This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

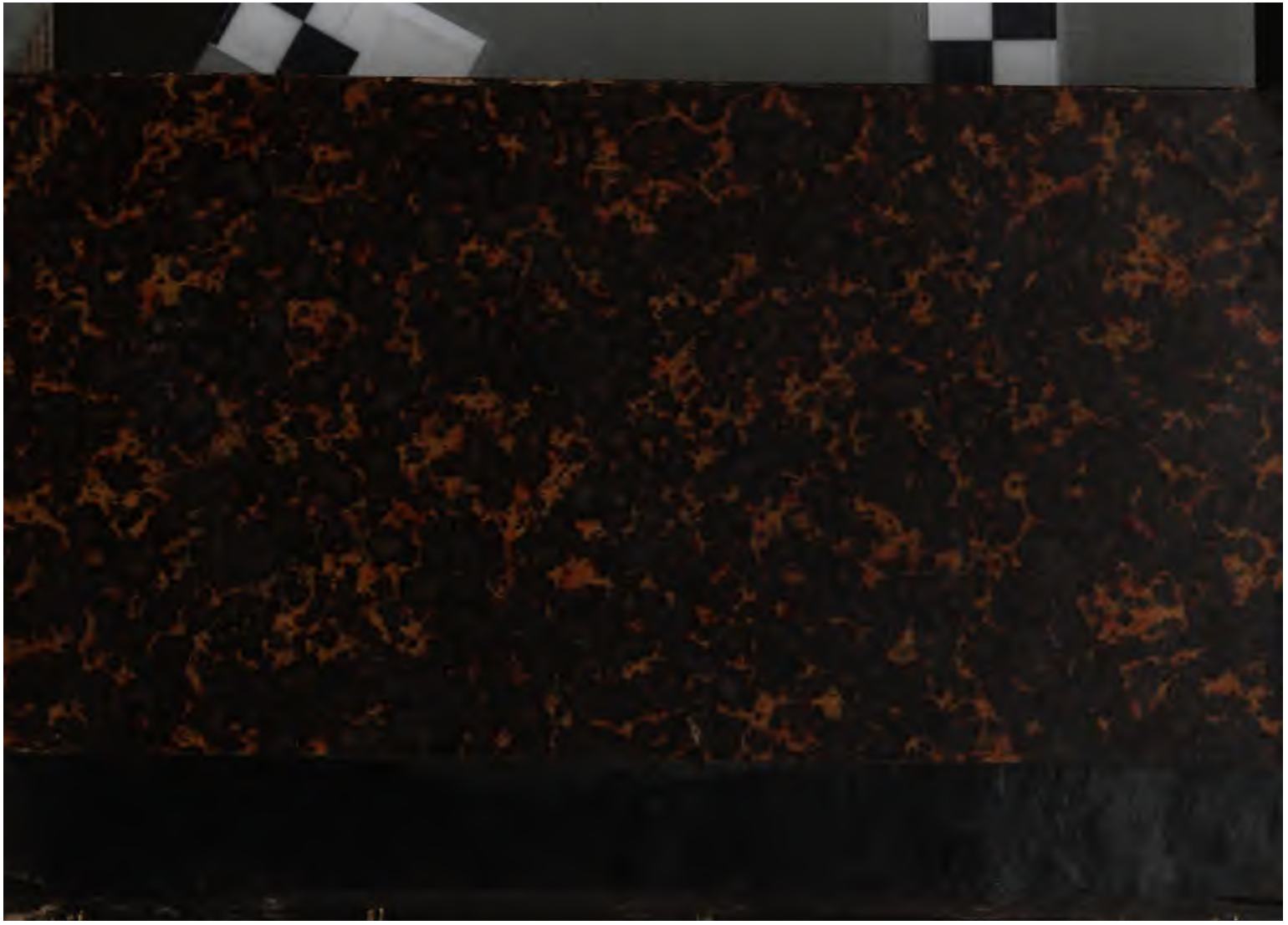
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

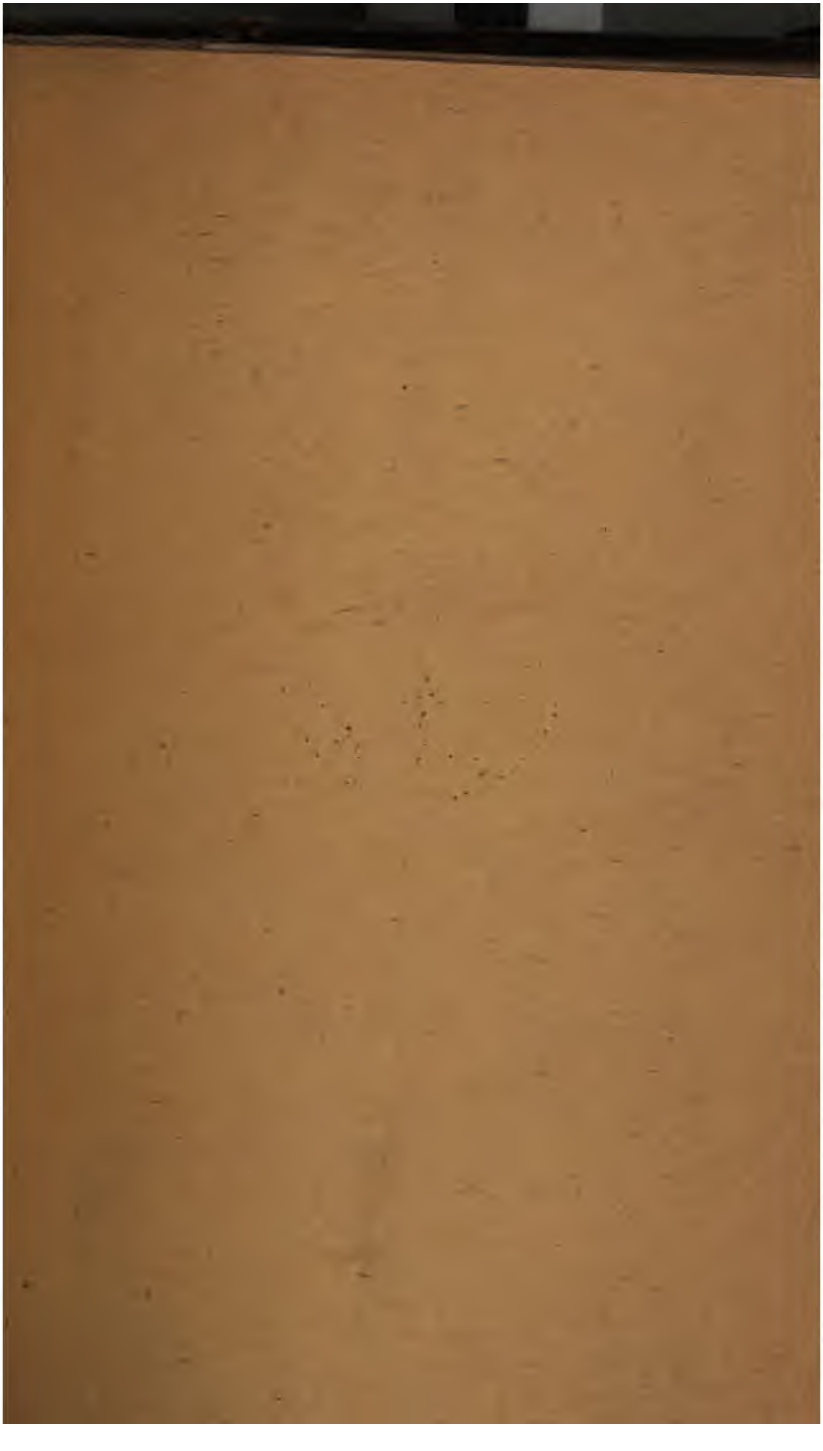
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



4552

4552



Archiv

4552

für die

Artillerie- und Ingenieur-Offiziere

des

deutschen Reichsheeres.

Redaktion:

Schröder,
Generalmajor z. D.,
vormals im Ingenieur-Korps.

Böttcher,
Major a. D.,
vorm. à la s. des Westf. Fuß-Art.-Regts.

später:

v. Neumann,
Hauptmann,
Adjutant der 1. Fuß-Artillerie-Inspektion.

K. PREUSSISCHES KRIEGS MINISTERIUM

Siebenundvierzigster Jahrgang. Neunzigster Band.

Mit 3 Tafeln und 2 Tabellen.

Berlin, 1883.
Ernst Siegfried Mittler und Sohn
Königliche Hofbuchhandlung.
Kochstraße 69. 70.

Zur Nachricht.

Der Jahrgang dieser Zeitschrift — 6 Hefte; jedes von etwa 6 Bogen Text, resp. Text und lithographirten Zeichnungen oder Holzschnitten im Text — wird den Herren Offizieren und den Truppentheilen des deutschen Reichsheeres bei direkter Bestellung an die Unterzeichneten — (ohne Ausnahme nur auf diesem Wege) — in Berlin selbst zu 6 Mark, nach auswärts innerhalb des deutschen Postbezirks unter Kreuzband frankirt zu 7 Mark praenumerando geliefert. Dagegen werden Briefe und Geldsendungen portofrei erbeten. Der Preis für das Ausland und im Buchhandel beträgt pro Jahrgang 12 Mark; einzelne Hefte werden, so weit der Vorrath reicht, zu dem entsprechenden Preise von 2 Mark abgegeben.

E. S. Mittler u. Sohn.
Königl. Hofbuchhandlung.
Berlin, Kochstraße 69.

STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES
STACKS
JAN 19 19/U
W3
A7
v.90
1893

Gedruckt in der Königl. Hofbuchdruckerei von E. S. Mittler und Sohn, Berlin, Kochstraße 69. 70.

Inhalt des neunzigsten Bandes.

1883.

		Seite
I.	Das elektrische Licht im Kriegsdienst (Fortsetzung u. Schluß)	1
II.	Zur Wahrscheinlichkeitslehre in ihrem Verhältnisse zur Ballistik	113
III.	Das Schießen mit Shrapnels auf großen Entfernungen. (Hierzu Figur 1—4 auf Tafel I.)	133
IV.	Die schweizerische Artillerie Ende 1882	142
V.	Die russischen Donaubrücken im Kriege von 1877/78. (Hierzu Figur 5 auf Tafel I.)	151
VI.	Franz Ritter v. Hauslab, k. k. Feldzeugmeister	161
VII.	Ueber das Schießen aus Feldgeschützen gegen gedeckte Truppen	209
VIII.	Der Telemeter Paschwitz, Modell von 1882	220
IX.	Die Befestigungen Roms	226
X.	Neue ballistische Rechnenformeln. (Hierzu 1 Tabelle.)	231
XI.	Der Kampf um Wien 1683. (Hierzu Tafel II.)	305
XII.	Rimpler als praktischer Ingenieur	383
	Nachtrag dazu	403
XIII.	Neue ballistische Rechnenformeln (Schluß)	405
XIV.	Zur Geschichte der Bastionärbefestigung	435
XV.	Das Markiren der Geschoßaufschläge als artilleristisches Ausbildungsmittel. (Hierzu 1 Tabelle.)	439
XVI.	Theoretische Untersuchungen über die regelmäßigen Abweichungen der Geschosse und die vortheilhafteste Gestalt der Züge. (Hierzu Tafel III.)	477
XVII.	Die historische Ausstellung in Wien	544
XVIII.	Eine Bemerkung zum Geschütz-Exerzir-Reglement für die Fuß-Artillerie	547
XIX.	Erinnerung an eine große italienische Belagerungsübung (gegen Alessandria 1880)	553

Kleine Mittheilungen:

1)	Oesterreichisches Eisenbahn- und Telegraphen-Regiment	101
2)	Land-Torpedos	175
3)	Italien. Prüfung von Panzerplatten in Spezzia	181
4)	Frankreich	185
5)	England	187
6)	Schweden 15 cm-Haubitze	188
7)	Die Befestigung der Schweiz	189
8)	Ein neuer Stromgeschwindigkeitsmesser	273
9)	Ein Projekt zur Erhöhung der Manövrirfähigkeit der Feld-Artillerie	279
10)	Siemens' Regenerativ-Lampen	281
11)	Telegraphiren mittelst erleuchteten Ballons	284
12)	Zur Erfindung des Pulvers und der ältesten Geschützfabrikation in Deutschland	453
13)	Das elektrische Licht als unübertreffliche Beleuchtung bei pneumatischen Gründungen	457

Literatur:

		Seite
1)	Mittheilungen des k. k. Militärgeographischen Instituts	103
2)	Kriegsgeschichtliche Einzelschriften	111
3)	Kleemann, Geschichte der Festung Ingolstadt	193
4)	Kriebel, Das deutsche Feld-Artillerie-Material und dessen taktische Verwerthung	202
5)	Ueber die Führung der Artillerie im Manöver und Gefecht	204
6)	v. Scheve, Die Geschützbedienung der Fuß-Artillerie	206
7)	Wille, Gefechtsmethode der schweizerischen Feld-Artillerie	207
8)	Richter, Zusammenstellung der über Verwaltung, Aufbewahrung und Instandhaltung des Materials einer Feldbatterie C/73 gegebenen Bestimmungen	285
	Arnold, Der Batterie-Dienst	286
9)	Thiel, Das Infanterie-Gewehr	286
10)	Strategisch-taktische Aufgaben nebst Lösungen	287
11)	Der Hufschmied	288
12)	A. G. Greenhill, On the motion of a projectile in a resisting medium	289
13)	A. Quillet-St. Ange, Le camp retranché de Paris	293
14)	Breymann, Allgemeine Bau-Konstruktionslehre, mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen	297
15)	D. Carlos Banús y Cómas, Estudios de arte é historia militar	298
16)	E. L. Kasprowicz, Torniſter-Dolmetscher des deutschen Soldaten im Verkehr mit Russen	300
17)	Don Joaquin de la Llave y Garcia, Escuela practica del segundo regimento de Ingenieros en Guadalajara 1882	302
18)	Rodolphe van Wetter, La Télégraphie optique	461
19)	Spohr, Die Bein- und Hufleiden der Pferde, ihre Entstehung, Verhütung und arzneilose Heilung nebst einem Anhange über arzneilose Heilung von Druckschäden und Wunden	464
20)	v. Brunner, Beispiele für die Anwendung der flüchtigen Befestigung vom Standpunkte der Truppe	466
21)	Betrachtungen über das Demontiren	468
22)	Strategisch-taktische Aufgaben nebst Lösungen	471
23)	Epimenides, Ein Blick auf die K. K. Oesterreichische Armee, besonders die Infanterie	471
24)	Wolozkoi, Das Gewehrfeuer im Gefecht	473
25)	Versuche mit comprimirter Schießbaumwolle in der Schießbaumwoll-Fabrik Wolff & Co., Walsrode	474
26)	v. Kretschmar, Taschenbuch für die Feldartillerie	475
27)	De la conduite de l'artillerie dans les manoeuvres et au combat	476
28)	Uebersichtskarte von Central-Europa im Maßstabe von 1 : 750 000	560
29)	Zernin, Freiherr Ludwig von und zu der Tann-Rathsamhausen	565
	Berichtigungen	568

I.

Das elektrische Licht im Kriegsdienst.

Wissenschaftliche Grundlagen. Mechanische Ausbildung. Organisation des Dienstes.

(Fortsetzung und Schluß.)

---

91. Eine weitere Verbesserung in der in Rede stehenden Richtung empfiehlt neuerdings Heinrichs in London. Bei ihm ist der Querschnitt des Ringkerns ein stehendes Hufeisen, die Oeffnung nach dem Drehungscentrum gekehrt. Die Drahtumwickelung bedeckt die Außenfläche des Hufeisens und geht dann vom Ende des einen Schenkels zu dem des andern über, wodurch im Innern ein ringförmiger Luftkanal entsteht, ein ohne Zweifel wirksames Schutzmittel gegen die Erhitzung. Der Elektromagnet umgiebt diesen „kanalisirten Ringanker" als entsprechend tiefe Nuth. Es wird angeführt, daß der stromerzeugende Draht zu dem nicht afficirten sich wie 10 : 4 verhalte.

92. An der Geburtsstätte der dynamo-elektrischen Maschine, bei Siemens und Halske, blieb selbstverständlich der Grammesche Ring nicht unbeachtet; 1875 wurde dort z. B. eine Flachring-Maschine gebaut; dieser Weg ist aber nicht weiter verfolgt worden.

v. Hefner-Alteneck, der Vorsteher des dortigen Constructionsbureaus, hatte schon 1872 einen Ersatz des Grammeschen Ringes entworfen, eine Construction, die an den Siemensschen Cylinder-Inductor (Siemens-Armatur) von 1857 anschließt, denselben aber in der durch die Ringarmatur gegebenen Richtung vervollkommnet.

v. Hefner-Altenecks „Trommelmaschine" ist sowohl als magnetisch-elektrische wie als dynamo-elektrische zur Ausführung gekommen. In beiden Fällen ist ihr beweglicher Theil, der „Anker", wie er beim Betriebe meist genannt wird (an Stelle des Grammeschen Ringes), ein Cylinder (Trommel), dessen Länge größer ist als der Durchmesser. Um seine horizontale liegende Achse rotirt er mit Minimalspielraum innerhalb zweier, symmetrisch oben und unten fest liegender Drittel-Cylindermäntel. Diese bilden die Polflächen; bei den magnet-elektrischen aus permanenten Stahlmagneten gebildet, bei den dynamo-elektrischen zu Elektromagneten gehörig. Der rotirende Anker bestand anfänglich (namentlich bei kleineren Maschinen) aus einem cylindrischen, auf der Achse festen, also mitrotirendem Weicheisenkerne, der unmittelbar die Drahtumwickelung in der Achsenrichtung (entsprechend den Spulen der Siemens-Armatur von 1857) aufnimmt.

Bei großen Maschinen und namentlich bei der schnellen Rotation, die der dynamo-elektrische Betrieb bedingt, würde der rotirende Eisenkern Foucaultsche Ströme in so bedeutender Stärke hervorrufen, daß gefährliche Erhitzung und entsprechende Kraftvergeudung unausbleiblich wären.

Hier hat demnächst der rotirende Inductor (Anker) folgende Einrichtung erhalten: Der Kerncylinder ist von weichem Eisen, aber hohl. Mittelst zweier in der Richtung seiner mathematischen Achse aus seinen Stirnflächen vortretenden Rundeisen, ist er horizontal fest gelagert, nicht zur Rotation bestimmt. Ihn umgiebt, gleichsam wie eine lose Haut, in Minimalabstand, eine Hülse von Neusilberblech. Auch die aus den Stirnenden vortretenden Rundeisen des Kerns haben diese Hülse, hier in der Form des Rohrs, welches, von angemessenen Pfannen aufgenommen, eine hohle Drehungsachse der Neusilberhülse bildet. Diese kann also rotiren, während der Eisenkern festliegt. Die Hülse erhält die Drahtumwickelung.

Bei den Trommelmaschinen neuesten Datums sind die Kerne der rotirenden Inductoren oder Anker in anderer Art hergestellt. Sie bilden — bevor sie die Drahtumwickelung erhalten haben — einen Cylindermantel mit achsenparallelen Rippen und Vertiefungen (Federn und Nuthen). Dem zu Grunde liegt ein Gerippe, so locker wie es die Solidität und die nothwendige Widerstandsfähigkeit gegen den umschnürenden Draht nur gestatten, mit so wenig

Eisen als möglich, und isolirender Umhüllung von Asbestpappe und Geweben. Das äußere Aussehen des Anker- oder Inductorkernes ist ungefähr dasselbe, wie das desselben Maschinentheils bei der nachstehend (in Nr. 96) geschilderten Weston-Möhringschen Maschine. Die Anordnung scheint vortrefflich geeignet, sowohl die Foucaultschen Ströme, sowie die Erhitzung zu verhüten, oder doch ganz erheblich zu mildern.

Wie auch der Kern hergestellt sein mag — der fertige Anker zeigt äußerlich eine Trommel mit achsenparalleler Drahtlage. Diese Drahtlage zieht sich in einzelnen Bündeln über die flachen, kugelabschnittförmigen Stirnseiten. An der einen Stirnseite gehen von der Drahtumwickelung jene Drahtenden in radialer Richtung aus, die, wie in Nr. 87 angeführt, mit dem Namen „Strahlstücke" bezeichnet werden. Sie bilden dann — ganz wie bei Gramme beschrieben — auf der Achse eine Art Wulst oder Büchse, die in ihrem Umfange regelmäßig wechselnde — beiläufig etwa je 3 bis 4 mm breite — blanke Metallstreifen und Streifen isolirenden Materials (Asbestpappe) zeigt. Dies ist der Kollektor oder Stromsammler, auf welchem die zwei federnden Metallbürsten schleifen, durch welche die stromleitende Verbindung zwischen dem rotirenden Anker und dem Leitungsdraht (dem Ende des abgehenden und dem Ende des rückkehrenden) vermittelt wird.

Die Zahl der Gruppen, Abtheilungen oder Strecken in die der Umwickelungsdraht getheilt ist, und die sich, wie angegeben, schließlich als eben so viele Metall-Längsstreifen auf dem Kollektor zeigen, ist sehr verschieden; es sind Maschinen gebaut, die deren nur 8, aber auch solche, die über 100 enthalten. Einerseits hängt die Zahl von der Größe der Maschine ab, andrerseits markirt sie aber auch einen Fortschritt in der Entwickelung des Systems. Bei den wenigertheiligen Kollektoren der älteren Ausführungen machte sich das Funkensprühen — Folge und Merkzeichen des Auftretens des sogenannten „Extrakurrents" — sehr bemerklich; in der Vermehrung der Drahtabtheilungen lag die Abhilfe dieses Uebelstandes.

93. Die vorstehend geschilderte Trommel (der Anker) des v. Hefner-Alteneckschen Systems ist (wie schon in Nr. 92 erwähnt) horizontal gelagert. Die Rotationsachse hat ihre Führung in zwei auf einer Grundplatte stehenden Backenstücken oder Stühlen. Ueber das eine Auflager reicht sie hinaus und trägt an diesem Ende die Riemenscheibe, mittelst welcher sie ihren Bewegungs-

antrieb von einem beliebigen Motor bezieht. Sie könnte aber auch, eben so wie die Achse des Grammeschen Ringes, direkt in die Achse einer rotirenden Dampfmaschine übergehen.

Die Elektromagnete liegen horizontal rechts und links, oder auch vertikal unter und über dem rotirenden Anker. Dieselben sind wie folgt zusammengestellt:

Eine Anzahl Stäbe von weichem Eisen, im Querschnitte rechteckig, haben die Form wie der obere Strich in dem bekannten Zeichen der Wage (⌓). Legt man deren mehrere (bei großen Maschinen etwa 10) neben einander, so erhält man die Figur einer Platte, die in ihrem mittleren Theile zu etwa $^1/_3$ Cylindermantel gekrümmt ist. Zwei solcher Systeme werden symmetrisch zu einander und in solchem Abstande von einander angeordnet, daß die beiden Krümmungen in der Mitte etwa je $^1/_3$ Umfang desselben Kreises bilden, also der Luftraum zwischen beiden in der Mitte kreiscylindrisch und zu beiden Seiten parallelepipedisch ist. In diesem Abstande von einander und dieser Stellung zu einander werden sie dadurch erhalten, daß an beiden Enden die einzelnen Stäbe oder Lamellen, aus denen jede der beiden Platten besteht, auf ein gemeinschaftliches Zwischenstück geschraubt sind. Nun hat man sich nur noch Grenzblätter zu denken, die an jedem Ende und außerdem da angebracht sind, wo die flache Partie in das Bogenstück übergeht. Zwischen diesen Grenzblättern liegt die Drahtumwickelung der flachen Theile, die den beschriebenen Körper zu 2 Elektromagneten vollendet, wobei die freibleibenden mittleren Bogentheile die Polflächen bilden. Den cylindrischen Hohlraum in der Mitte zwischen beiden Elektromagneten füllt bei der fertig zusammengestellten Maschine der rotirende Anker mit Minimalspielraum aus.

Die beiden Hauptkörper der Maschine — der rotirende Anker und die Elektromagnete — müssen selbstverständlich in gegen einander unverrückbarer Lage erhalten werden, damit die Ankerrotation trotz des geringen Spielraumes ohne die leiseste Berührung der Polflächen erfolgt. Dies zu erreichen, ist bei den neuesten Maschinen mit vertikalgestellten Elektromagneten der Achsenträger am Riemenscheibenende über die Achse hinauf verlängert, dann, rechtwinklig umgebogen, horizontal weitergeführt und mit dem oberen Stirn- oder Endstück des Elektromagnetenpaares in feste Verbindung gebracht.

Der zweite Achsenträger ist nur so hoch, wie das Achsenauflager verlangt; der an diesem Ankerende befindliche Collector liegt demzufolge bequem sichtbar und zugänglich, so daß Beobachtung, Oelen, Reinigen, Korrektur, Stellen und eventuell Auswechseln der Bürsten ohne Lockerung anderer Theile erfolgen kann.

94. Der Grammesche Ring und die Hefnersche Trommel stehen einander gegenüber als die Haupttypen, in denen der die Inductionsströme entwickelnde rotirende Körper der dynamo-elektrischen Maschinen zur Darstellung gebracht wird.

Der unbefangene Beobachter kann sich nicht verbergen, daß in dem Wettkampf zwischen „Ring" und „Trommel" augenblicklich der erstere einen starken Procentsatz der öffentlichen Meinung auf seiner Seite hat. Die zahlreichen, geschickt zusammengestellten und elegant ausgeführten Leuchtapparate, die von Sautter und Lemonnier für das französische Kriegsministerium und die Marine gebaut worden sind, und die gute Censur, die diesen Apparaten — in ihrer Zusammenstellung, wie in ihren drei einzelnen Hauptstücken (Motor, Lichtmaschine und Projector) — von der Commission englischer Ingenieuroffiziere in Chatham ertheilt worden ist, haben namentlich auf die Heeresverwaltungen anderer Staaten urtheilbestimmend eingewirkt.

Das Folgende geben wir als eine Stimme aus dem Grammeschen Lager. Es ist dem Buche des italienischen Genie-Capitän Pescetto über photo-elektrische Apparate entnommen; es schließt sich an die oben (Nr. 70) citirte Stelle über das Auftreten des dynamo-elektrischen Princips an.

Als dessen erste mechanisch brauchbare Verwirklichung wird die — übrigens mit kurzen Worten treffend charakterisirte — Maschine von Ladd (cf. vorstehend Nr. 72 u. f.) aufgeführt. Daß Siemens noch früher eine dynamo-elektrische Maschine gebaut hat, wird nicht erwähnt. Dann heißt es:

„Princip und Maschine von Pacinotti und von Gramme. Im Jahre 1860 hatte Pacinotti*) eine neue Idee,

*) Das Original hat „il Pacinotti", desgleichen später „il Gramme"; das Vorsetzen des bestimmten Artikels vor den Eigennamen hat im Italienischen die Bedeutung, daß es sich um eine bekannte, hervorragende Persönlichkeit handelt.

antrieb von einem beliebigen Motor bezieht. Sie könnte aber auch, eben ſo wie die Achſe des Grammeſchen Ringes, direkt in die Achſe einer rotirenden Dampfmaſchine übergehen.

Die Elektromagnete liegen horizontal rechts und links, oder auch vertikal unter und über dem rotirenden Anker. Dieſelben ſind wie folgt zuſammengeſtellt:

Eine Anzahl Stäbe von weichem Eiſen, im Querſchnitte rechteckig, haben die Form wie der obere Strich in dem bekannten Zeichen der Wage (⎓). Legt man deren mehrere (bei großen Maſchinen etwa 10) neben einander, ſo erhält man die Figur einer Platte, die in ihrem mittleren Theile zu etwa 1/3 Cylindermantel gekrümmt iſt. Zwei ſolcher Syſteme werden ſymmetriſch zu einander und in ſolchem Abſtande von einander angeordnet, daß die beiden Krümmungen in der Mitte etwa je 1/3 Umfang deſſelben Kreiſes bilden, alſo der Luftraum zwiſchen beiden in der Mitte kreiscylindriſch und zu beiden Seiten parallel epipediſch iſt. In dieſem Abſtande von einander und dieſer Stellung zu einander werden ſie dadurch erhalten, daß an beiden Enden die einzelnen Stäbe oder Lamellen, aus denen jede der beiden Platten beſteht, auf ein gemeinſchaftliches Zwiſchenſtück geſchr[illegible] ſind. Nun hat man ſich nur noch Grenzblätter zu denken, [illegible] an jedem Ende und außerdem da angebracht ſind, wo die [illegible] Partie in das Bogenſtück übergeht. Zwiſchen dieſen Grenzblättern liegt die Drahtumwickelung der flachen Theile, die den beſchriebenen Körper zu 2 Elektromagneten vollendet, wobei die freibleibenden mittleren Bogentheile die Polflächen bilden. Der cylindriſchen Hohlraum in der Mitte zwiſchen beiden Elektromagneten füllt bei der fertig zuſammengeſtellten Maſchine der rotirende Anker mit Minimalſpielraum aus.

Die beiden Hauptkörper der Maſchine — der rotirende [illegible] und die Elektromagnete — müſſen ſelbſtverſtändlich in gegen[illegible] ander unverrückbarer Lage erhalten werden, damit die Ankerrot[illegible] trotz des geringen Spielraumes ohne die leiſeſte Berührung [illegible] Polflächen erfolgt. Dies zu erreichen, iſt bei den neueſten [illegible] ſchinen mit vertikalgeſtellten Elektromagneten der Achſenende [illegible] Riemenſcheibenende über die Achſe hinauf verlängert, [illegible] winklig umgebogen, horizontal weitergeführt und mit [illegible] Stirn- oder Endſtück des Elektromagnetenpaares in [illegible] dung gebracht.

gert und der in der Achsenrichtung gewickelte Draht bedeckt nur die äußere Seite des Cylinders. Der Collector ist derselbe wie bei der Grammeschen Maschine, und die inducirenden Elektromagnete sind aus Platten von weichem Eisen gebildet, in der Mitte zu einem Kreisbogen gekrümmt, um den Anker zu umfassen, und an den Enden mit Draht umwickelt. Die Platten liegen Seite an Seite, ohne sich zu berühren, damit die Luft zwischen ihnen streichen und beitragen kann, die Erhitzung der Maschine zu hindern.

Diese, von dem Ingenieur des Hauses Siemens, Helfner-Alteneck erfundene Maschine ist auch unter diesem Namen bekannt."

Hiernach hat also die an der Geburtsstätte der dynamo-elektrischen Maschine erreichte neueste Entwickelungsstufe derselben nur „einen verlängerten Grammeschen Ring"; sonst nichts Eigenes.

95. Nach der italienischen Stimme mag noch eine deutsche vernommen werden, und zwar die von Werner Siemens.

In dem oben bereits angezogenen Vortrage in der elektrotechnischen Gesellschaft heißt es, nachdem das Wesen der dynamo-elektrischen Maschine charakterisirt worden:

„Die großen Pläne, die ich damals auf dies neugeborene Kind — wie man es in der ersten Freude zu thun pflegt — baute, waren noch nicht lebensfähig" . . . „die dynamo-elektrische Maschine war noch nicht fertig und hatte ihre Kinderkrankheiten noch erst zu überstehen. Als eine solche stellte sich eine neue Erscheinung, die Erhitzung des Eisens bei schnellem Wechsel der magnetischen Polarität, heraus. Die Moleküle des Eisens wollten sich nicht schnell genug drehen, und es bedurfte dazu aufzuwendender innerer Arbeit, die als Erhitzung des Eisens auftrat. Die kräftigen Maschinen, die ich zur Erzeugung elektrischen Lichtes anfertigen ließ, mußten aus diesem Grunde stets mit Wasser gekühlt werden, weil sonst die Magnete und Drähte zu heiß wurden.

Da kamen nun zwei Erfindungen zu Hilfe, welche die Sache bedeutend gefördert haben. Einmal erfand ein italienischer Gelehrter Pacinotti den nach ihm benannten Ring."

Wir überspringen die folgende Erläuterung, um nicht zu wiederholen was in Nr. 83 u. f. enthalten ist, und wir überdies soeben mit Pescetto's Worten wiederholt haben.

Siemens sagt dann:

„Durch diesen Pacinottischen Ring hatten wir das Mittel gewonnen, einen inducirten Strom zu erzeugen ohne Polwechsel im Eisen, konnten mithin die Erhitzung desselben beseitigen."

„Gramme in Paris hat das große Verdienst, zuerst mein dynamo-elektrisches Princip auf den Pacinottischen Ring angewendet und dadurch zuerst einen praktisch brauchbaren Stromerzeuger für starke Ströme hergestellt zu haben.*) Einem der Oberingenieure meiner Firma, Herrn v. Hefner-Alteneck, gelang es bald darauf, diese Aufgabe auf eine wesentlich verschiedene und noch weit vortheilhaftere Weise zu lösen. Um dies verständlich zu machen, muß ich erst sagen, daß die im Innern des Pacinottischen Ringes liegenden Theile des Umwindungsdrahtes eigentlich keiner Inductionswirkung unterliegen; es ist mithin so ziemlich die Hälfte des Drahtes beim Pacinottischen Ringe für die eigentliche Wirkung verloren. v. Hefner-Alteneck hat nun anstatt des Ringes einen vollen Cylinder angewendet und diesen nur außerhalb, parallel der Achse, mit isolirtem Draht umwickelt. Durch eine sinnreiche Stromschaltung hat er bewirkt, daß, wenn der Cylinder sich zwischen den Polen eines Magnets um seine Achse dreht, gleichgerichtete Ströme wie bei der Grammeschen Maschine in der die Schleifkontakte verbindenden Leitung entstehen. Der Vortheil, der durch diese Construction erzielt wird, ist klar; er besteht im Wesentlichen darin, daß bei ihr keine inneren Drähte vorhanden sind, die der Induction nicht unterworfen sind. Die v. Hefnersche Maschine hat daher geringeren inneren Widerstand bei gleicher elektromotorischer Kraft ...."

„Diese beiden Maschinen sind es nun, auf denen die Erweiterung des Gebietes der Elektrotechnik beruht. Es giebt zwar noch viele andere Constructionen dynamo-elektrischer Maschinen — in Deutschland allein ist eine ganze Menge patentirt — es sind dies aber alle nur Nachahmungen oder unwesentliche Modificationen der beiden, der Grammeschen und der v. Hefnerschen [redacted]

Beleg für die in den letzten Zeilen von Siemens [redacted] sollen nachstehend noch zwei Constructionen [redacted] ersichtlich von beiden „typischen Grundformen [redacted] Erzeugung starker elektrischer Ströme für tech-

[redacted]

nische Zwecke" (wie sich Siemens bei anderer Gelegenheit ausdrückt) Anregung erhalten haben, zugleich aber durch eigene Zuthaten eine Fortbildung der Vorbilder anstreben.

Es ist dies zunächst die Lichtmaschine von Weston (H. G. Möhring in Frankfurt a. M.). Grundplatte, Backenstücke, Riegel, die zugleich die Kerne der Elektromagnete bilden, Lage und Form der Polschuhe — erinnern an die Grammesche Disposition (cf. Nr. 86). Es sind hier unter wie über dem rotirenden Körper je drei Eisenkerne angeordnet und jeder für sich umwickelt, doch hängen die Umwickelungen der drei unteren unter sich zusammen, und ebenso die der drei oberen. Der Effekt in stromleitender Beziehung ist also derselbe wie bei dem System v. Hefner-Alteneck: die Westonschen zwei Gruppen à 3 bilden dem Effekt nach nur zwei Magnete und zwei zusammenhängende magnetische Felder — ein nordpolarisches und ein südpolarisches — gleich den Hefnerschen (Siemensschen). Eigenartig ist die Anordnung der Polschuhe; sie bestehen zunächst, wie oben bei Siemens geschildert, nicht aus massivem Eisen, sondern aus einer Anzahl vertikal neben einander stehender Lamellen oder Zungen, die aber hier durch Zwischenräume noch mehr getrennt sind. Diese Zungen sind gewöhnlich auch nicht gleich lang; sie beginnen als Halbkreis und werden der Reihe nach Bogenstücke von weniger als 180°. Wie Weston gefunden haben will, erzielt diese Anordnung, der zufolge die inducirende Einwirkung der Magnete nicht gleichzeitig in allen Theilen der Umwickelung des Inductors, sondern von dessen Mitte nach den Enden hin und umgekehrt auftritt, eine größere Regelmäßigkeit des Stromes. Die, wie geschildert, in Zungen gespaltenen Polschuhe bieten eine sehr große Oberfläche, die von der Luft umspült und gekühlt wird. Diese Einrichtung wirkt zweckmäßig dem Heißwerden bei der Arbeit entgegen.

Der Inductor oder Anker gleicht in seiner Bedeutung für den Vorgang der Stromerzeugung durchaus der Trommel v. Hefner-Alteneck's; eine eigenartige Einrichtung hat er in der Art, wie hier der Schutz gegen die Foucaultschen Ströme und die Erhitzung erzielt wird. Diese Einrichtung ist folgende: Aus dünnen Eisenplatten werden (beiläufig 36 Stück) Figuren gestanzt, die mit einem 16zähnigen Stirnrade verglichen werden können, nur sind Vorsprünge und Zwischenräume nicht abgerundet. Auch die Fläche dieser gezackten Scheiben wird mit so vielen Durchlochungen ver-

Siemens sagt dann:

„Durch diesen Pacinottischen Ring hatten wir das Mittel gewonnen, einen inducirten Strom zu erzeugen ohne Polwechsel im Eisen, konnten mithin die Erhitzung desselben beseitigen."

„Gramme in Paris hat das große Verdienst, zuerst mein dynamo-elektrisches Princip auf den Pacinottischen Ring angewendet und dadurch zuerst einen praktisch brauchbaren Stromerzeuger für starke Ströme hergestellt zu haben.*) Einem der Oberingenieure meiner Firma, Herrn v. Hefner-Alteneck, gelang es bald darauf, diese Aufgabe auf eine wesentlich verschiedene und noch weit vortheilhaftere Weise zu lösen. Um dies verständlich zu machen, muß ich erst sagen, daß die im Innern des Pacinottischen Ringes liegenden Theile des Umwindungsdrahtes eigentlich keiner Inductionswirkung unterliegen; es ist mithin so ziemlich die Hälfte des Drahtes beim Pacinottischen Ringe für die eigentliche Wirkung verloren. v. Hefner-Alteneck hat nun anstatt des Ringes einen vollen Cylinder angewendet und diesen nur außerhalb, parallel der Achse, mit isolirtem Draht umwickelt. Durch eine sinnreiche Stromschaltung hat er bewirkt, daß, wenn der Cylinder sich zwischen den Polen eines Magnets um seine Achse dreht, gleichgerichtete Ströme wie bei der Grammeschen Maschine in der die Schleifkontakte verbindenden Leitung entstehen. Der Vortheil, der durch diese Construction erzielt wird, ist klar; er besteht im Wesentlichen darin, daß bei ihr keine inneren Drähte vorhanden sind, die der Induction nicht unterworfen sind. Die v. Hefnersche Maschine hat daher geringeren inneren Widerstand bei gleicher elektromotorischer Kraft ...."

„Diese beiden Maschinen sind es nun, auf denen die Erweiterung des Gebietes der Elektrotechnik beruht. Es giebt zwar noch viele andere Constructionen dynamo-elektrischer Maschinen — in Amerika allein ist eine ganze Menge patentirt — es sind dies aber alles nur Nachahmungen oder unwesentliche Modificationen der obigen beiden, der Grammeschen und der v. Hefnerschen Maschine."

96. Als Beleg für die in den letzten Zeilen von Siemens aufgestellte Behauptung sollen nachstehend noch zwei Constructionen geschildert werden, die ersichtlich von beiden „typischen Grundformen für Maschinen zur Erzeugung starker elektrischer Ströme für tech-

*) Im Jahre 1868.

97. Nächst der Weston-Möhringschen dynamo-elektrischen Maschine verdient die Einrichtung, welche Bürgin (in Basel) dem rotirenden Anker (Inductor) gegeben hat, Berücksichtigung. Auch hier sind der Grammesche Ring und die Hefnersche Trommel die unverkennbaren Grundlagen, und ersichtlich hat der Constructeur das Bestreben gehabt, aus beiden ein besseres Drittes zu schaffen.

Da die Elektromagnete nichts Eigenartiges darbieten, vielmehr wie bei den Vorbildern zu einem cylindrischen magnetischen Felde führen, so beschränken wir uns auf die Beschreibung des Ankers.

Auf der — auch bei Bürgin horizontalen — Rotationsachse sitzen acht Räder mit Nabe und Speichen, deren Felgen nicht einen Kreis, sondern ein (nur an der Stelle, wo die Speichen ansetzen, kurz gerundetes) Sechseck bilden. Die sechs Polygonseiten sind ebenso viele Spulenkerne; die Drahtumwickelung ist nach der Mitte jeder Polygonseite zu so vervielfältigt, daß im Ganzen die Rundform des Kreiscylinder-Querschnitts herauskommt. Die Stellen, wo die sechs Speichen ansetzen, bilden sechs drahtfreie Zwischenräume. Noch ist zu beachten, daß die acht Räder einander, von der Stirn aus gesehen, nicht decken, sondern wenn z. B. eine Speiche lothrecht steht, die entsprechende Speiche des folgenden Rades 7,5° von der Lothrechten abweicht, die des dritten um 15°, des vierten um 22,5° u. s. w., mithin die des achten Rades mit der nächsten Speiche des ersten sich deckt. Die drahtfreien Stellen liegen demnach in Form von sechs Zügen von je $^1/_6$ Drall über den Gesammtkörper des Ankers gestreckt. Es hat diese Anordnung ersichtlich denselben Zweck, wie bei Weston-Möhring die ungleich langen Polschuhe: die Induktionsströme sollen weniger ruckweise, vielmehr in den einzelnen Drahtspulen nacheinander auftreten, sich daher um so schneller folgen.

Die von den einzelnen Spulen ableitenden und zum Kollektor sich zusammenfügenden Drähte, die Bürsten u. s. w. bieten nichts Besonderes.

Crompton in Glasgow, Ingenieur und Constructeur von Ruf (seiner automatischen Lampe geschieht nachstehend in Nr. 182 Erwähnung), hat dem Bürginschen Anker den Vorzug gegeben und ihn bei den von ihm gebauten Maschinen, die in England in gutem Ansehen stehen, angewendet.

Der Genannte ist insofern Partei, aber man darf doch annehmen, daß er nur aus technischen Gründen sich für Bürgin entschieden hat. Wir citiren eine Aeußerung von ihm (entnommen seinem von Uppenborn übersetzten Handbuch: „Die elektrische Beleuchtung"):

„Man muß zugestehen, daß die Maschinen von Gramme große Vortheile über die von Siemens zeigen. Das Drahtgewirre an beiden Enden des Siemensschen Inductors kann weder in einer soliden arbeitsmäßigen Weise befestigt, noch kann der Inductor so leicht gewickelt werden, daß sich ein gutes Gleichgewicht erzielen läßt.

In dieser Hinsicht ist die Maschine von Bürgin ganz besonders gut konstruirt. Die große Solidität jeder der 48 Abtheilungen des Inductors läßt dem Auge des Ingenieurs die Maschine mehr als kunstgerechte Arbeit erscheinen, wie die von Siemens und Gramme. Der wunde Punkt der Grammeschen Maschine ist die hölzerne Nabe, auf welcher der Ring ruht und die sich bisweilen lockert."

Jedes einzelne der acht Bürginschen Räder ist augenscheinlich ein Gramme'scher Ring, aber jeder einzelne Spulenkern ist von geringerer Dicke und die einzelne Spule ist im Querschnitt ein viel kleineres in den Ecken abgerundetes Rechteck als der Grammesche Ring, also ist auch die Gefahr geringer, daß die inneren Theile der Windungen nicht mehr in das magnetische Feld tauchen. Alle acht Räder zusammen sind acht aneinandergereihte Grammesche Ringe und nähern sich — abgesehen von den schmalen Zwischenräumen zwischen den einzelnen Rädern — dem Aussehen und der Inductions-Empfänglichkeit der Hefnerschen Trommel.

Jene Zwischenräume begünstigen die Ventilation und Abkühlung des Ankers.

Hiernach ist man zu glauben geneigt, daß die Bürginsche Disposition die Vortheile beider Systeme vereinigt und ihre schwachen Seiten vermeidet.

98. Der gegenwärtig viel genannte Edison hat für seine dynamo-elektrischen Lichtmaschinen das Princip der von Siemens und Halske gebauten, namentlich die Hefnersche Trommel in allen wesentlichen Stücken angenommen. Daß die Nachahmung keine absolute Wiedergabe ist, bedingt schon die Rücksicht auf die Patentgesetzgebung; die Abänderungen sollen aber jedenfalls auch Ver-

besserungen sein. Aeußerlich geltend machen sie sich in der schlankeren Gestalt der Trommel, in deren Bewickelung, in der Art, wie den Elektromagneten der ihren Magnetismus steigernde Antheil von Inductionsströmen zugeführt wird, endlich in der Zusammensetzung der Bürsten und deren Stellung zum Collector.

Edison hatte 1882 in München drei seiner Maschinen mit 30pferdigen Motoren zur Speisung von 250 Glühlampen aufgestellt. Anschauliche Abbildungen derselben enthält der Münchener illustrirte Ausstellungskatalog und die Leipziger illustrirte Zeitung vom 21. Oktober 1882 (Nr. 2051 S. 368). Eine nach demselben Modell gebaute 16pferdige Maschine speist augenblicklich (December 1882) die Glühlichtbeleuchtung in Berlin, die nachstehend in Nr. 110 geschildert ist.

Das in Rede stehende Modell hat drei Elektromagnete in Form von 3×2 kreiscylindrischen Säulen, deren Basen die mit ihren Ausrundungen einander zugekehrten Polschuhe bilden. Bei der 16pferdigen Maschine rotirt der Anker 15 mal in der Sekunde.

Der Verfasser dieser Arbeit beobachtete die Maschine längere Zeit in voller Thätigkeit und nahm absolut keine Funkenbildung an den Berührungsstellen zwischen Bürsten und Collector wahr; der Maschinist versicherte, daß bei aufmerksamer Bedienung sich niemals Funken zeigten. Die Erwärmung des Collectors war eine sehr mäßige.

Die Edisonsche Dynamomaschine kann demnach für eine sehr gute Empfehlung des Siemens-Hefnerschen Princips gelten.

99. Es ist oben (Abschnitt I., Nr. 2 bis 6, dann 20) dargelegt worden, daß und wie die Kohlen-Consumtion und infolge dessen die Erscheinung des Bogenlichtes sich verschieden gestalten, je nachdem man dasselbe durch gleichgerichtete oder durch Wechselströme erzeugt.

Die Meinungen kommen dahin überein, daß für mächtige Einzellichter von großer Tragweite die gleichgerichteten Ströme den größeren Effekt haben, da nur dann der höchstleuchtende flache Krater an der stets positiven Kohlen-Elektrode sich erzeugt. Für die Lichttheilung mittelst elektrischer Kerzen ist fast eben so sicher die Anwendung von Wechselströmen das Geeignetere. In anderen Fällen gehen die Meinungen auseinander, oder auch es werden beide Methoden der Stromleitung für brauchbar erachtet. Wir haben augenblicklich in Berlin ein Beispiel. Dieselben

Hefnerſchen Differentiallampen werden in der Halle des Anhaltiſchen Bahnhofes und den drei großen Stadtbahn-Stationen von Wechſelſtrom-, auf der Leipziger Straße von Gleichſtrom-Maſchinen geſpeiſt.

Wie gelegentlich bereits erwähnt (in Nr. 6), werden jedenfalls noch jetzt Wechſelſtrom-Maſchinen nicht nur gebraucht, ſondern ſogar neu konſtruirt.

100. Gramme in Paris hatte in der Aufnahme, die dort die Jablochkoffſchen Kerzen gefunden haben, die Anregung, eine Wechſelſtrom-Maſchine nach dynamo-elektriſchem Princip zu concipiren. Das Schema derſelben iſt folgendes:

Den rotirenden Körper bilden mehrere Elektromagnete, die wie die Speichen eines Rades um die Drehungsachſe gruppirt ſind; ihre Polſchuhe bilden (mit Zwiſchenräumen) die Felgen des Rades. Die Magnetiſirung dieſer Elektromagnete erfolgt entweder nach dem in der Hauptmaſchine ſelbſt zum Ausdruck gebrachten dynamo-elektriſchen Princip, oder mittelſt einer Dynamo-Hilfsmaſchine.

Den radförmigen Rotationskörper umgiebt in Minimalabſtand ein Ring aus weichem Eiſen, der viermal ſo viele Gruppen Drahtumwindung hat, als Elektromagneten vorhanden ſind; alſo 32, wenn die Zahl der letzteren 8 iſt.

Durch Drahtbürſten, Klemmen, Umſchalter iſt es ermöglicht, nach Belieben 32 einzelne von einander unabhängige Ströme aus der Maſchine abzuſenden, oder mehrere Drahtrollen zu Gruppen für weniger, aber ſtärkere Ströme zu kuppeln. Da die Polarität der ſpeichenförmig geſtellten Elektromagnete alternirt, d. h. je ein Nordpol zwiſchen zwei Südpolen liegt, da nach dem Inductionsgeſetze von der Polarität des inducirenden Magneten die Stromrichtung in der Inductorrolle — hier den Drahtgruppen auf dem äußeren Ringe — abhängt, da endlich die einzelnen Drahtrollen von einander unabhängig ſind, durch die mechaniſche Einrichtung der Maſchine aber in jeder gewünſchten Combination miteinander verbunden werden können, ſo kann mau ganz nach Belieben die Drahtrollen des äußeren Ringes auf Quantität oder auf Spannung kuppeln, ſowie andererſeits gleichgerichtete oder Wechſelſtröme aus der Maſchine abſenden.

Das letzte bekannt gewordene Grammeſche Modell dieſer Lichtmaſchine hat ſechs rotirende, radſpeichenförmig geſtellte Elektro-

magnete. Jede Umwickelungsgruppe des festen Ringes besteht aus einem doppelten Draht, den man nach Belieben neben- und hintereinanderschalten und so nach Bedarf einen Spannungsstrom (für kleine elektrische Kerzen) bezw. einen Quantitätsstrom (für große Kerzen) erzeugen kann. Die Rotationsachse trägt neben den Speichen-Elektromagneten an dem einen Ende einen Grammeschen Ring der (Nr. 86, 87) beschriebenen Art zwischen zwei mit den halbkreisförmigen Polschuhen ihn umfassenden festen Elektromagneten. Dies ist die dynamo-elektrische Hilfsmaschine. Die leitende Drahtverbindung derselben mit der Hauptmaschine kann man in Bezug auf elektrischen Widerstand und somit die Stromstärke ändern.

101. Auch bei Siemens und Halske sind Wechselstrommaschinen gebaut worden, die der eben charakterisirten Grammeschen in Bezug auf Verwendbarkeit für die elektrische Beleuchtung mit Theilung des Stromes für verschiedene Lampengruppen zur Seite oder auch gegenüber zu stellen sind.

Wir versuchen diese Disposition mit Worten zu charakterisiren.

Man stelle sich eine gewisse Anzahl — beispielsweise 12 — horizontal liegende Cylinder vor, die an zwei vertikale Stirnscheiben (richtiger -Ringe) so befestigt sind, daß ihre Achsen die Ecken eines regulären Zwölfecks einnehmen. Dieses, einen großen Cylinder darstellende Bündel von 12 kleinen Cylindern denke man sich sodann in der Mitte der Länge in der Vertikalen durchschnitten und um etwas von einander gerückt, so daß ein scheibenförmiger leerer Raum entsteht, in welchem sich symmetrisch die durch den Schnitt entstandenen 24 Cylinderflächen paarweise gegenüberstehen. Die 24 Cylinder sind durch Drahtumwickelung über Kernen gebildete Elektromagnete, die dem scheibenförmigen, vorläufig noch leeren Mittelraum ihre Polschuhe zukehren. Selbstverständlich berühren sich die Polschuhe derselben Seite auch seitlich nicht, die Zwischenräume sind aber eben nur hinreichend, um die einzelnen Elektromagnete unter einander räumlich getrennt zu erhalten. Einander die Stirn zukehrend sind gleiche Pole, aber in der Richtung der Peripherie alterniren sie. Es folgen sich demnach, wenn man den vorläufig noch leeren scheibenförmigen Zwischenraum peripherisch verfolgt, alternirend nordpolarische und südpolarische magnetische Felder, genauer gesprochen die Räume, wo solche Felder entstehen

Hefnerschen ... nur vor-
schen Bahn ... noch nicht.
Wechselstr ... chine in seinen
gespeist. ... Einrichtung:
Wie ... ilderten Körpers
noch jet ... Dieser, wie eine
sogar ... mmt den bis dahin
1 ... chen der 24 Elektro-
die ... wesentliche Organ
Wech ... die auf flache Kerne
cipire ... der Hauptachse ge-
... scheinen, ungefähr wie
wie ... ing.
sin ... einem der 12 magnetischen
de ... in einem südpolarischen,
er ... neten gehen am Südpol
g ... nn sie sichtbar wären, dem
... ter am rechten Magneten
... nken von unten nach oben
... das veranschaulichen, wenn
... der rechten Hand vertikal so
... der Verkürzung erscheint: der
... herunter nach 6; man nehme
... linke Hand: der Zeiger steigt

... Beobachter betrachte nunmehr den
... ndlichen Draht der betreffenden
... gleichviel aus wie vielen Windungen
... Die nahen Pole erregen durch
... Richtung ist denen der Solenoid-
... gesetzt. Es wird demnach in der
... nächsten langen Seite des Recht-
... gerichtet, in der andern langen Seite
... sein. Beides giebt dieselbe Richtung;
... pule zwischen zwei gleichnamigen Polen
... Inductionswirkung auf den Draht der
... dieselbe Spule in das nächste magnetische
... der Richtung nach umgekehrt. Gleiche
... erfährt die Hälfte sämmtlicher Spulen, da

ſie gleichzeitig magnetiſche Felder der einen Polarität paſſirt, die entgegengeſetzte erfährt die andere Hälfte, die in demſelben Momente gleiche Stellung zu den magnetiſchen Feldern der anderen Polarität einnimmt. Man kann, wenn man will, durch einen Commutator die eine Hälfte der Ströme umkehren, bevor ſie die Maſchine verlaſſen und erlangt dann im Leitungsdrahte gleichgerichteten Strom; bedient man ſich aber des Commutators nicht, ſo pflanzt ſich was in der Maſchine vorgeht in die Leitung fort — man erhält Wechſelſtröme.

103. Die Maſchine wird zur dynamo-elektriſchen, indem eine kleine Anzahl der Spulen des ſcheibenförmigen rotirenden Ankers mit kurzem Schluſſe die in ihnen hervorgerufenen Inductionsſtröme an die Elektromagnete abgiebt und dadurch dieſelben magnetiſch anregt und nährt. Als vortheilhafter wurde es dann aber erkannt, die zur Magnetiſirung dienenden Ströme aus einer beſondern dynamo-elektriſchen Maſchine zu entnehmen, die neben der Wechſelſtrom-Maſchine aufgeſtellt iſt und mittelſt beſonderer Riemenſcheibe von demſelben Motor den Bewegungsantrieb empfängt.

Bei dieſer Anordnung iſt die Hauptmaſchine keine dynamo-elektriſche mehr, ſondern eine magnet-elektriſche, da ihr rotirender Anker nur inducirt wird (von den durch die Hülfsmaſchine magnetiſch gemachten Elektromagneten), nicht aber rückwirkend ſelbſt inducirt und den Magnetismus der Elektromagnete ſteigert.

Man wollte durch dieſe Anordnung den Vorzug — wenigſtens zum größten Theile — gewinnen, den die magnet-elektriſche Maſchine unzweifelhaft vor der dynamo-elektriſchen voraus hat.

Bei allen Stromerzeugern, die im äußeren Stromkreiſe durch den elektriſchen Strom eine Arbeit verrichten ſollen, giebt es Schwankungen des Widerſtandes. Zu ſolchen iſt beſonders Gelegenheit — und gleichwohl ſind ſie gerade hier beſonders ſtörend — bei den Lichtmaſchinen, die Bogenlicht erzeugen. Erhöhungen des Widerſtandes beeinträchtigen unter allen Umſtänden die Stromſtärke; dies trifft magnet-elektriſche und dynamo-elektriſche in gleichem Grade; bei letzteren tritt aber der empfindliche Umſtand hinzu, daß bei geſchwächtem Strome ſofort der Magnetismus der Elektromagnete und ſomit ihre inducirende Wirkung abnimmt, die Stromſchwächung ſich alſo ſchnell und merklich potenzirt.

Dies vermeidet man bei der Doppelmaſchine. Die kleine ſtreng dynamo-elektriſche — falls ihr Motor nur gleichmäßig

rotirt — liefert, unabhängig von allen Vorgängen im äußeren Stromkreise, das erforderliche Quantum Strom in die Hauptmaschine und macht daher den Magnetismus der Elektromagnete stabil.

Der echten (d. h. Stahlmagnet-) magnet-elektrischen Maschine verbleibt noch der — nicht hoch anzuschlagende — Vorzug, daß sie, weil der erforderliche Magnetismus in voller Stärke vorräthig ist, sofort auch Inductionsströme von voller Stärke liefert, während die mit Elektromagneten arbeitende diese erst nach einiger Zeit zur vollen Wirksamkeit gebracht haben kann, wenn der Magnetiseur nicht ein galvanischer Strom von genügender Stärke, sondern eine dynamo-elektrische Maschine ist.

104. Die vorstehend (in Nr. 103) gegebene Beschreibung der Umwickelungsart des Ankers ist Schellens: „Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen" (2. Aufl. S. 242 bis 250) entnommen. Die Umwickelung ist dort wiederholt durch Ausdrücke wie „in radialer Richtung", „rechteckig gebogener Draht, dessen Ebene senkrecht zu den Polflächen steht" charakterisirt und entsprechend (s. Fig. 120 S. 242) gezeichnet. Bei den drei Wechselstrom-Maschinen neuesten Datums, die der Verfasser vorliegender Arbeit aus eigener Anschauung kennt, sind die Spulen der rotirenden Anker nicht so beschaffen, sondern sie gleichen den Elektromagneten in der Richtung ihrer Drahtlagen, nämlich rechtwinklig zur Rotationsachse; sie sind nur viel flacher und von etwas größerem Durchmesser als die Elektromagnete.*) Ihre Drahtlagen enden in vier Kontaktringen, die auf der Rotationsachse — natürlich isolirt von derselben — festsitzen. Diese vier Messingringe haben etwas vorstehende Ränder, so daß die jedem von ihnen zugehörige Bürste nicht abgleiten kann. Die vier Bürsten bilden die Brücken zwischen den in der Maschine erzeugten zwei Wechselströmen und der Außenleitung — je zwei Wege für Abgang und Rückkehr.

In dem rotirenden Anker der eben beschriebenen Wechselstrommaschine sind Eisenmassen möglichst vermieden und dadurch die Foucauldschen Ströme und die schädliche Erhitzung verhütet.

---

*) Die rotirende Scheibe mit ihren 12 Inductionsspulen kommt hiernach auf die Form zurück, die das entsprechende Stück der Alliance-Maschinen (s. Nr. 66) hat.

105. Die Verwendung der Wechselstrom-Maschine von Siemens und Halske zur Erzeugung getheilten elektrischen Lichtes mag nachstehend an den in neuester Zeit ausgeführten Bahnhofshallen-Beleuchtungen in Berlin nachgewiesen werden.

Die erste bezügliche Anlage ist die der Anhaltischen Bahn.

Die Halle (sie ist augenblicklich die drittgrößte unter allen in Europa und Amerika vorhandenen) hat 60 m lichte Breite und 168 m Länge. Sie enthält als Kopfstation einen Zugangsperron an der der Stadt zugekehrten Stirnseite, zwei Rand- und zwei Mittelperrons. Der erstgenannte ist mit vier, jeder Perron mit fünf Hefnerschen Differentiallampen, die von der Decke herabhängen, versehen. Jene vier und die je fünf Lampen der vier Längsperrons bilden die fünf Erleuchtungskreise der ganzen Halle.

Die vier Lampen des Querperrons am Kopfe brennen, so lange überhaupt während der Dunkelheit Verkehr in der Halle stattfindet. Die Lampen des Längsperrons treten nur nach Bedarf in Funktion, also vor Abgang eines Zuges in dem Momente, wo dem Publikum der bis dahin gesperrte Zugang zu dem betreffenden Abfahrtsperron freigegeben wird; auf dem betreffenden Ankunftsperron kurz vor Einfahrt eines Zuges; nach Bedarf brennen gleichzeitig mehrere oder auch sämmtliche Lampenreihen.

Den Strombedarf liefern drei Maschinen, jede, wie oben beschrieben, aus einer kleinen primären Hefnerschen Trommelmaschine und der größeren Wechselstrom-Maschine bestehend.

Als Motoren dienen Dampfmaschinen. Jedes der drei Maschinenpaare kann — so lange überhaupt Dampf vorhanden ist — nach Belieben ein- und ausgerückt werden. Jede Wechselstrommaschine*) kann zwei Erleuchtungskreise mit gesondertem Strom versehen, und zwar jede beliebige zwei von den fünf Erleuchtungskreisen. Dies ist durch einen einfachen General-Umschalter ermöglicht, der — in ähnlicher Weise wie bei Telegraphenleitungen — durch Einsetzen eines Stöpsels in den betreffenden Durchschnittspunkt des von der Maschine und des vom Erleuchtungskreise kommenden Drahtes den gewünschten Schluß herstellt.

106. In gleicher Art sind die großen Stationen der Stadtbahn — Schlesischer Bahnhof, Alexanderplatz, Friedrichstraße — für

*) Es sind Maschinen der vorstehend in Nr. 104 geschilderten Einrichtung.

elektrische Beleuchtung eingerichtet. Wir wählen den Alexander- platz als Beispiel. Die Halle mißt hier (nach Schätzung) 170 m in der Länge bei 30 m Breite und enthält zwei Reihen à 6 Hänge- lampen (Hefnersche Differentiallampen von 350 Normalkerzen). Die Lampen sind contrebalancirt und können auf die Perrons niedergeholt werden; die Drahtkabel, an denen sie hängen, sind Theile der Leitung. Jede Reihe von sechs gehört einem Strom- kreise an, doch entspringen beide Kreise in derselben Wechselstrom- maschine. Obwohl demnach nur eine Maschine für alle zwölf Lampen erforderlich ist, in der That auch immer nur eine Maschine arbeitet, sind deren doch zwei vorhanden, um sofort Ersatz zu haben, falls die in Dienst stehende arbeitsunfähig wird.

Jede Maschine hat ihren eigenen Motor, eine einchlindrige stehende Dampfmaschine. Die hin- und hergehende Kolben- bewegung derselben wird in bekannter Weise mittelst Krummzapfen in Rotation einer unter der Decke des Maschinenhauses auf Kon- solen ruhenden Welle umgesetzt. Auf dieser Welle sitzt eine große Riemenscheibe, von welcher zwei nebeneinanderliegende Treibriemen ausgehen, von denen der eine zu der Riemenscheibe der Wechsel- strom- oder der eigentlichen Lichtmaschine, der andere zu der kleinen Hilfsmaschine (primäre Maschine, Erreger, Stromgeber, Magneti- seur) führt. Das Verhältniß der drei Riemenscheiben-Durchmesser ist so, daß die Achse der dynamo-elektrischen Hülfsmaschine ungefähr zehnmal, die der Wechselstrommaschine fünfmal so schnell rotirt, wie die Achse der Dampfmaschine. Die Tourenzahl der Hilfs- maschine beträgt zwischen 1000 und 1200, die der Wechselstrom- maschine 500 bis 600. Die einzelnen Maschinenexemplare fallen — auch wenn sie, sorgfältig nach demselben Schema gearbeitet, mit gleich viel Draht versehen werden — unter sich immer etwas verschieden in Bezug auf Widerstand aus. Es wird daher jedes Exemplar in der Fabrik geprüft und die ihm gemäßeste Touren- zahl verzeichnet. Es wechseln demzufolge auf den kleinen Dynamo- Hilfsmaschinen desselben Kalibers die Angaben 1110, 1130, 1150 ꝛc. An Ort und Stelle muß dann nochmals geprüft werden, ob die Maschine mit der in der Fabrik normirten Tourenzahl auch wirklich ihre Aufgabe erfüllt. Es kann leicht vorkommen, daß, wenn die Leitung sehr lang ist, also der Widerstand groß (wie z. B. bei der Station Friedrichstraße, wo die Halle auf dem linken, das Maschinenhaus auf dem rechten Spreeufer liegt), nach-

Tourenzahl vermehrt werden muß (was durch Ab-
iemenscheibe der Hilfs-Dynamomaschine erreicht wird).
Dampf hat auf den in Rede stehenden Bahnhöfen noch
weit zu leisten: zu heizen, hydraulische Aufzüge zu bedienen.
mpferzeugung ist daher permanent, und in den Zuleitungs-
der Motoren für die Lichtmaschinen steht jederzeit Dampf
en Admissionsventilen, so daß zu beliebiger Zeit elektrischer
m und elektrisches Licht erzeugt werden kann. Die beiden
chinengruppen (je eine Dampfmaschine, eine primäre Dynamo-
eine Wechselstrom-Maschine) lösen sich wöchentlich ab, wenn
es gut geht. Wenn aber der funktionirenden etwas zustößt, so
ist in wenigen Minuten die andere an ihre Stelle gesetzt, was
mittelst eines Umschalters, wie er oben bei dem Beispiele des
Anhaltischen Bahnhofes charakterisirt worden ist, bewerkstelligt wird.

An jeder Gruppe sind drei verschiedene Verfasser betheiligt. Die elektrischen Maschinen sind von Siemens u. Halske, die Dampfmaschine von Egestorff, und deren Regulator ein neueres Patent Boß. Das letztgenannte wichtige Organ besitzt an Federn, Hebeln, Einfallklinken, Centrifuge, Achsen ungefähr ein Dutzend beweglicher Theile, und hier ist der Ort, wo dem Ganzen am leichtesten etwas zustößt. Leider fragt die öffentliche Meinung auf dem Perron, wenn die Lampen einmal trübe brennen oder gar erlöschen, nicht nach der wahren Ursache; die elektrische Beleuchtung muß die Fehler ihres unentbehrlichen Dieners und Gehilfen, des mechanischen Motors, verantworten.

Das elektrische Licht kann das möglichst starke nur sein bei einer gewissen Stromstärke, die bei gegebener Maschine und gegebenem Leitungswiderstande von der Tourenzahl abhängt; die Stetigkeit des Lichtes beruht auf der Stetigkeit des Stromes und der Tourenzahl. Bei der direkten Uebertragung durch Treibriemen kann aber die elektrische Maschine gleichmäßig rotiren nur, wenn es die Dampfmaschine thut. Hier ist noch etwas zu erfinden, ein einzuschaltendes Mittelglied, das ähnlich ausgleichend wirkt, wie zwischen den Pumpen und dem Rohrnetz einer Wasserleitung der Windkessel; etwa ein elektrischer Accumulator, der, wenn auch seine Einnahme aus etwas pulsirenden und in der Stärke veränderlichen Strömen besteht, doch ganz gleichmäßigen Strom ausgiebt.

107. Zur Zeit, da dies geschrieben wird (December 1882) sind in Berlin noch zwei öffentliche elektrische Probebeleuchtungen im Gange, die durch Dynamomaschinen mit gleichgerichteten Strömen gespeist werden. Es ist dabei Gelegenheit, die Wirkung des getheilten Bogenlichtes und die des Incandescenzlichtes in nächster Nachbarschaft mit einander zu vergleichen.

Einige Angaben über beide Beleuchtungsarten erachten wir für zweckmäßige und lehrreiche Ergänzungen der vorstehend geschilderten Installationen, bei denen Wechselstrom-Maschinen in Thätigkeit sind.

108. Seit Anfang September 1882 besteht in Berlin die erste Beleuchtung im Freien mittelst getheilten Bogenlichtes und Hefnerscher Differentiallampen.

Es brennen 36 Lampen auf eisernen Ständern, 5,5 m über der Straßenoberfläche; 11 vor dem ehemaligen Potsdamer Thore auf dem Potsdamer Platz; 25 innerhalb, längs beider Trottoirkanten der Leipziger- bis zu deren Kreuzung mit der Friedrichstraße. Da letztere Strecke 820 m lang und die Straße 22 m breit ist, so stehen die Laternen durchschnittlich rund 70 m von einander entfernt und der Erleuchtungsbereich einer Laterne beträgt rund 7,5 Ar.

Jede Lampe verzehrt stündlich 53 mm Kohlenstab von 11 mm Durchmesser.*)

Die Lampen befinden sich in drei durchaus selbstständigen Stromkreisen. Jeder Stromkreis hat eine Dynamomaschine und diese ihren Motor. Es sind jedoch nicht drei, sondern vier solcher Maschinenpaare in demselben Maschinenhause (Wilhelmstraße 95, 350 m von der Leipzigerstraße entfernt) aufgestellt, von denen jede in jeden beliebigen der drei Stromkreise eingeschaltet werden kann; die vierte Maschine ist in Reserve.

Zur Stromerzeugung dienen 800 kg schwere dynamoelektrische Gleichstrom-Maschinen, Modell D_0 mit vertikal gestellten Elektromagneten (vergl. die Beschreibung im letzten Abschnitte von No. 92 und 93; eine ganz korrekte und sehr deutliche Ansicht von diesem Modell enthält die achte Auflage des bekannten physikalischen Lehrbuchs „Müller-Pouillet", Band III, S. 703).

---

*) Die Kohlen — sogenannte Dochtkohlen — fertigt die Fabrik „Gebrüder Siemens" in Charlottenburg; ihre Güte wird sehr gerühmt.

Die mechanische Arbeit leisten 12pferdige Gasmotoren (aus der Deutzer Fabrik; Patent Otto-Langen), die auf ausdrückliches Verlangen der städtischen Behörde statt der billigeren Dampfmaschine angewendet werden mußten, um gelegentlich Erfahrungen darüber zu gewinnen, wie sich die Leistung des Gases, wenn es direkt zum Leuchten benützt wird, zu derjenigen verhält, wenn es eine elektrische Lichtmaschine treibt. Das Letztere hat sich ökonomisch als zehnfach vortheilhaft herausgestellt. Dies ändert aber nichts an der Thatsache, daß bei Betrieb im Großen und bei längerer Leuchtzeit die Dampfmaschine billiger ist als der Gasmotor.

Die drei Stromkreise haben die Längen 1480 m, 1887 m, 1974 m.

Die Seele der Leitungskabel bildet Kupferdraht von 3,4 mm Durchmesser. Derselbe ist mit Jute umsponnen, die nach einem der Firma Siemens u. Halske patentirten Verfahren mit einer harzigen Masse getränkt, darauf mit Blei umpreßt und schließlich nochmals mit getheerter Jute umsponnen ist. Die erzielte Isolation soll sehr vollkommen und die Herstellung eine im Vergleich mit Guttapercha billige sein; auch der Widerstand gegen mechanische und Temperatureinflüsse wird gerühmt und auf große Dauerhaftigkeit gerechnet.

Die Kabel liegen längs der Laternenreihen frei im Boden, nur mit Backsteinen überdeckt, um bei etwaigen Aufgrabungen auf sich aufmerksam zu machen und Verletzungen vorzubeugen. Die nothwendig gewesenen Uebergänge wurden durch Unterbohrung des asphaltirten Straßendammes und eingeschobene eiserne Röhren bewirkt, durch welche letztere die Kabel geschoben wurden. Diese liegen, soweit ihr Weg zusammen geht, dicht aneinander, z. B. in der Wilhelmstraße demnach sechs Kabel (Hin- und Rückleitung der drei Stromkreise).

Jede der drei Dynamomaschinen hat einen inneren oder wesentlichen Widerstand*) (Leitungswiderstand ihrer Wickelung) = 14,3 S. E.

Das Kabel leistet pro Kilometer 2,25 S. E. Widerstand,

demnach im Mittel $\frac{1480 + 1887 + 1974}{3000} \times 2{,}25 = 4{,}0$ „ „

Der Widerstand der 12 Flammenbogen beträgt $12 \times 4{,}5 = 54{,}0$ „ „

zusammen 72,3 S. E.

oder $0{,}953 \times 72{,}3 = 68{,}9$ Ohm.

*) Die elektrischen Maße sind nachstehend (No. 131 u. ff.) erklärt.

Die elektromotorische Kraft beträgt 800 Volt, demnach muß die Stromstärke $= \frac{800}{68{,}9}$ oder zwischen 11 und 12 Ampères betragen.

Hiernach wird die mechanische Arbeit von einer Pferdestärke in elektrische von rund eine Ampère Stromstärke übersetzt und dieser Strom unterhält — neben Ueberwindung aller anderen Widerstände — ein Bogenlicht, das durch die matten Glasscheiben der Laternen hindurch und unter 30 Grad zum Horizont geneigt gemessen 880 Normalkerzen Lichtstärke hat.

109. Siemens u. Halske, von denen — auf Kosten der Stadt — die vorstehend charakterisirte Straßenbeleuchtung eingerichtet ist und betrieben wird, hatten zuvor — auf eigene Kosten — einen Versuch der Straßenbeleuchtung mit Glühlicht ausgeführt (östliches Ende der Kochstraße, unfern der Fabrik von S. u. H.), der insofern eine historische Bedeutung hat, als es der erste bezügliche Versuch auf dem Continent gewesen ist (15. Mai bis 15. September 1882). Zwanzig der gewöhnlichen Straßenlaternen dienten als Träger eben so vieler Glühlichter à 25 Normalkerzen. Da die Glühlichter demgemäß in etwas größerer Höhe brannten als die Gasflammen, die sie ersetzten, und deren Leuchtkraft gleich 17 bis 19 Kerzen ist, so war für das Laienpublikum ein Unterschied im Lichteffekt nicht wahrnehmbar.

Der in Rede stehende Versuch ist noch darin interessant, daß die zur Stromerzeugung benutzte dynamo-elektrische Maschine durch eine Dolgorukische rotirende Dampfmaschine (vergl. nachstehend No. 173) betrieben worden ist.

110. Neuerdings (seit 2. December 1882) ist in Berlin nun auch die Original-Edison-Incandescenz-Erleuchtung in Funktion und Konkurrenz getreten.

Dieselbe besteht auf der Strecke der Wilhelmstraße zwischen Unter den Linden und dem Wilhelmsplatze. Auf dieser rund 400 m langen Strecke sind in den Zwischenräumen der Gaslaternen längs jeder Trottoirkante, in Abständen von rund 30 m, im Ganzen 28 Laternen aufgestellt. In jeder befinden sich, traubenförmig geordnet, d. h. die Krümmung des Kohlenfadens nach unten, je 3 Edison-Glühlicht-Lampen à 32 Kerzen Stärke. Eine etwas über halbkugelgroße Schale von klarem Glase umgiebt als Schutzglocke von unten her die drei Glasbirnen, und ein flach konischer hutförmiger Schirm hemmt die Ausbreitung des Lichtes nach oben,

das demnach nur die Straße und die Häuser bis zur Höhe des ersten Stockwerkes erleuchtet.

Die Farbe des Glühlichtes ist fast genau diejenige guter Gasbrenner.

Der Unternehmer dieser Produktion der Edison-Beleuchtung, Vertreter der New-Yorker Edison-Gesellschaft, hat gleichzeitig die vorderen Parterre-Räumlichkeiten seines Hauses mit verschiedenen Formen von Leuchtapparaten ausgestattet.

Den erforderlichen Strom liefert eine von einer 16pferdigen Dampfmaschine durch Riemen-Transmission betriebene Edison-Dynamo, deren Bauart oben (No. 98) geschildert ist.

Die Stromleitung ist so angeordnet, daß die Innenbeleuchtung in zwei und die Straßenbeleuchtung in vier Gruppen nach Belieben im Maschinenraume ein- und ausgeschaltet werden kann. Ein „Regulator" der früher (No. 33) beschriebenen Art — hier in Form eines Wandschränkchens — gestattet sehr feine Modifikationen des Widerstandes. Demzufolge kann, ohne an dem Gange der Maschine, ihrer Tourenzahl, also der hervorgerufenen Stromstärke etwas zu ändern, Consum und Production stets im Gleichgewicht gehalten werden. Die Funkenlosigkeit, mit der die Maschine ihre 900 Umdrehungen pro Minute macht, zeugt für ihre gute Regulirung.

111. Ein Vergleich der beiden in der Leipziger- und Wilhelmstraße eingerichteten elektrischen Beleuchtungen ist insofern nicht recht angänglich, als das Bogenlicht viel reichlicher bemessen ist.

Eine gewöhnliche Straßen-Gaslaterne mit Schnittbrenner giebt ein Licht von 19 Normalkerzen; eine Edisonsche Drei-Glühlampen-Laterne $3 \times 32 = 96$, also ungefähr so viel wie fünf gewöhnliche Straßenlaternen.

In der Nachbarschaft brennen versuchsweise auch Gaslampen nach den Systemen von Bray und la Carrière (beide zu etwa 105 Kerzen) und Regenerativ-Brenner von Friedrich Siemens in Dresden (zu 120, nach anderen Angaben 130 Normalkerzen).

Da eine Hefnersche Differentiallampe durchschnittlich drei der bisherigen Laternen ersetzt, so tritt sie demnach an Stelle von 57 Kerzen (bei ordinären Schnittbrennern), 288 Kerzen (des Edison-Glühlichts), 315 Kerzen (Bray und la Carrière), 360 resp. 390 Kerzen (Friedrich Siemens). Ihre eigene Leuchtkraft beträgt aber wie oben angegeben 880 Normalkerzen.

Eine Edison-Laterne von $3 \times 32 = 96$ Normalkerzen hat einen Erleuchtungskreis von durchschnittlich $30 \times 12 = 360$ □m, mithin kommen auf das Ar Straßenterrain $\frac{1}{3,6} \times 96 = 26^2/_3$ Kerzen.

Eine Differentiallampe von 880 Normalkerzen hat, wie oben berechnet, einen Erleuchtungskreis von 7,5 Ar, mithin kommen auf das Ar Straßenterrain $\frac{1}{7,5} \times 880 = 117$ Kerzen; die Bogenlicht-Beleuchtung der Leipzigerstraße ist daher $\frac{117}{26^2/_3} = 4^3/_8$ mal so stark als die Glühlicht-Beleuchtung der Wilhelmstraße.

Letztere, in der Farbe dem Gaslicht gleich, wird an vielen Orten von diesem in Bezug auf Helle erreicht, ja übertroffen, fällt daher dem Unerfahrenen oder Unachtsamen gar nicht als etwas Besonderes auf; dagegen wird Niemand von dem Effekt des Bogenlichtes unberührt bleiben. Das Bogenlicht ist durchaus nicht so weiß wie das Sonnenlicht, sondern immer noch gelblich; daß es dem Auge weiß, ja bläulich erscheint, ist nur die Folge des Kontrastes mit dem Rothgelb aller anderen künstlichen Beleuchtungen, an die wir von Jugend auf gewöhnt sind.

Das so viel lichtstärkere Bogenlicht ist bezüglich der erforderlichen Betriebskraft immer noch billiger als das Glühlicht, denn auf jede Differentiallampe von 880 Kerzen kommt eine Pferdestärke des Motors, während — nach Edisons eigener Disposition — für die New-Yorker Glühlicht-Beleuchtung nur eine 133 Kerzen-Lichtstärke durch eine Pferdestärke des Motors erzielt wird (Dynamo-Maschinen von 150 Pferdestärke sollen in maximo 2500 Glühlichter à 8 Kerzen speisen).

Das Glühlicht hat den großen Vortheil für sich, daß die einzelne Lampe monatelang fungirt und während dieser Zeit keine andere Pflege in Anspruch nimmt, als abgestaubt zu werden, während die Bogenlicht-Lampen täglich mindestens einmal neue Kohlenstäbe verlangen.

Zweitens ist noch abzuwarten, ob der Geschmack des Publikums sich schließlich für die in Abständen von 100 Schritt brennenden, schwache Augen durch das matte Glas hindurch blendenden Bogenlichter oder die in den gewohnten kurzen Abständen der Gaslaternen aufgestellten milderen Glühlichter entscheiden wird.

Der militäriſche Beurtheiler wird durch die Wahrnehmungen, zu denen ihm die zur Zeit ſtattfindenden Beleuchtungen in beiden Erſcheinungsformen des elektriſchen Lichtes Gelegenheit geben, nur in der auf theoretiſchem Wege gewonnenen Anſchauung beſtärkt, daß für Kriegszwecke beide Formen höchſt werthvoll ſind, daß keine der anderen vorzuziehen iſt, ſondern jede von beiden ihr eigenthümliche Vorzüge beſitzt: das Bogenlicht Glanz und Tragweite; das Glühlicht Theilbarkeit, leichtere Bedienung, noch größere Sicherheit. Die große Verſchiedenheit der Farbe iſt ein Grund mehr, beide Lichtarten zu gebrauchen.

IV. Aufnahme von Lichtmaſchinen in das Kriegsgeräth; ſpecielle Einrichtung derartiger Apparate.

112. Für die nachfolgende Darſtellung waren dem Verfaſſer zwei Abhandlungen von Nutzem:

1) Les appareils de projection de lumière électrique en usage dans les armées européennes; Emploi, histoire et description. Par L. Weissenbruch, lieutenant du génie de l'armée belge. Bruxelles, C. Muquardt & P. Weissenbruch. 1882.

Der Artikel erſchien gleichzeitig in der von der Militärbuchhandlung Muquardt (Herzbach u. Falk) herausgegebenen Revue militaire belge, 2. und 3. Theil des Jahrganges 1882. Der Separatabdruck iſt durch mehrere perſpectiviſche Anſichten*) der in Frankreich eingeführten bezüglichen Kriegsfahrzeuge in transportfähiger Verfaſſung und andere Zeichnungen bereichert, daher für das Studium dem Abdrucke in der „Revue" entſchieden vorzuziehen.

2) Applicazioni militari degli apparecchi foto-elettrici.**) Di E. Pescetto, capitano del Genio. Roma, Voghera. 1882.

Ein Separatabdruck aus dem 2. Theile pro 1882 des

*) Sehr ſorgfältige und treue Nachbildungen von Photographien die Sautter, Lemonnier u. Comp. haben anfertigen laſſen.

**) In No. 71 (pag. 526 des vorigen Jahrganges) iſt der Druckfehler „electrici" ſtehen geblieben.

italienischen Artillerie- und Ingenieur-Journals. Auch diese Schrift ist sehr reich mit guten Zeichnungen ausgestattet. Zum Theil gleiche, zum Theil andere Stücke veranschaulichend und demnach die erstangeführte Schrift ergänzend.

113. So viel bekannt, ist das älteste Beispiel militärischer Anwendung des elektrischen Lichtes der 1855 von der französischen Flotte vor Kinburn im Schwarzen Meere gemachte Versuch. Es ist nicht angegeben, welches Stromerzeugers man sich dabei bedient hat. Wahrscheinlich einer galvanischen Batterie, denn obgleich das Princip der magnet-elektrischen Maschine schon seit 1832 bekannt war (cfr. No. 63), so ist dasselbe doch erst 30 Jahre später durch die Maschinen der Gesellschaft Alliance (cfr. No. 66) aus dem physikalischen Cabinet und Auditorium in das technisch-praktische Leben übergeführt worden.

Man benutzte vor Kinburn als Reflector einen paraboloischen Spiegel und erzielte nur 250 m Tragweite.

Die Alliance-Maschinen waren zwar sehr wirksam, aber auch sehr schwer und sehr theuer. Beides erklärt, daß sie vorläufig nur auf Leuchtthürmen Anwendung fanden.

1859 wurde französischerseits beabsichtigt, bei dem Kriege in der Lombardei vom elektrischen Lichte Gebrauch zu machen; der Feldzug kam aber früher zum Abschluß als die bezüglichen Vorversuche in Paris.

Vor Gaëta, 1861, soll Menabrea eine Lichtmaschine gehabt haben; es ist aber kein Fall der Anwendung berichtet worden.

1867 trat die Alliance-Maschine in den Dienst der französischen Marine; die auf den Leuchtthürmen gebräuchlichen Linsensysteme (Fresnel) kamen zur Anwendung. Man erreichte bereits, daß man auf 100 m Entfernung die Nummer einer Tonne (Boie) lesen konnte.

Die erste Anwendung im Felde erfolgte bei der deutschen Belagerung von Paris. Der Vertheidiger hatte auf den südlichen Fronten nasse Batterien (50 bis 60 Bunsensche Elemente) als Stromerzeuger in Benutzung. Auf der Nordfront in der Nähe des Montmartre war eine Alliance-Maschine aufgestellt. Die Erfolge waren mittelmäßig, denn die Tragweite des Lichtes reichte nicht bis zu den entferntesten Batterien des Angriffes. Unverkennbar war die Ueberlegenheit der magnet-elektrischen Maschine gegenüber der Stromerzeugung durch galvanische Batterien.

Unser belgischer Gewährsmann äußert, die Franzosen schienen durch ihre halben Mißerfolge das Interesse an der electrischen Lichtfrage damals verloren zu haben, während umgekehrt in Deutschland dieselbe mit Eifer verfolgt worden sei.

114. Allseitig anregend wirkte ohne Zweifel die von Siemens u. Halske 1873 in Wien ausgestellte locomobile dynamo-elektrische Lichtmaschine für den Feldgebrauch. Eben daselbst erschien auch zum ersten Male Gramme's dynamo-elektrische Ringmaschine, eingeführt von Sautter und Lemonnier, den damals schon angesehenen Verfertigern von Leuchtapparaten für Leuchtthürme.

115. Von da ab machte Frankreich auch in dieser Richtung militärischer Thätigkeit, Um- und Neubildung die größten Anstrengungen und sehr beachtenswerthe Fortschritte.

Selbstverständlich entschied man sich für die Grammesche Ringmaschine als Stromerzeuger. Als Licht-Condensator und Projector wurde anfänglich die von Sautter u. Lemonnier construirte Linsen- und Prismenkranz-Combination (cfr. No. 54 bis 56) gewählt, später der 1877 bekannt gewordene Manginsche Spiegel (cfr. No. 51) sowohl für die Kriegsmarine wie für das Landheer. Die Anwendung eines Regulators für automatische Regulirung des Kohlenspitzen-Abstandes erfolgt nur ausnahmsweise und dann mittelst Serrinscher Lampe; Regel ist vielmehr die Regulirung aus freier Hand (cfr. No. 3). Kleinere Apparate werden durch Kurbelbetrieb bewegt; für die größeren ist die dreicylindrige Dampfmaschine, System Brotherhood angenommen. Dieses System ist sehr compendiös: Drei Cylinder liegen gegeneinander in der Richtung der drei vom Mittelpunkt nach den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks laufenden Linien; ihre Achsen bilden also 3 Winkel von 120°. Die Kolben der 3 Cylinder sind so dick, daß sie keiner besonderen Geradeführung bedürfen. In der Mitte der dem Centrum zugekehrten Kolbenflächen sind mittelst Gelenken 3 kurze Bläuelstangen befestigt, deren anderes Ende in den Krummzapfen der horizontalen Drehungsachse greift. Diese Anordnung überwindet die todten Punkte in zweckmäßiger Art, denn wenn einer der Kolben einen todten Punkt erreicht hat, z. B. den weitesten Abstand vom Centrum, wobei die Bläuelstange in der Verlängerung des Krummzapfens liegt, so ist gleichzeitig von den beiden anderen Kolben der eine in der Bewegung nach dem

Centrum hin, der andere umgekehrt von demſelben ab begriffen; beide geben — jener mit Stoßen, dieſer mit Ziehen — dem Krummzapfen einen Impuls, der ſofort den todten Punkt des erſten Kolbens überwindet und denſelben nach dem Centrum hinzieht. Hat derſelbe Kolben nach halber Umdrehung ſeinen anderen todten Punkt (Bläuelſtange und Krummzapfen zuſammenfallend) erreicht, ſo wirken die beiden anderen Kolben ebenſo hilfreich, nur mit verwechſelten Rollen. Nach je 60 Grad oder $^1/_6$-Umdrehung iſt einer der drei Kolben in einem ſeiner todten Punkte, über den ihm die anderen beiden hinweghelfen. Jeder todte Punkt iſt immerhin ein ſchwacher Moment, aber die Schwächung iſt ſo geringfügig, und die Momente folgen ſich ſo raſch, daß die Achſe faſt ſo regelmäßig rotirt, als wäre ſie mit einem Schwungrade verbunden; dieſer beſchwerliche Beſtandtheil einer Maſchine, die hin und hergehende Bewegung in kreiſende umſetzen ſoll, iſt ſomit erſpart.*)

Der Dampf wirkt nur auf die nach außen gerichtete Kolbenfläche und ertheilt dem Kolben Impuls nach dem Centrum zu; zurück geht der Kolben zufolge der von dem anderen Kolben dem Krummzapfen ertheilten Drehungstendenz, wobei der Dampf entweicht. Selbſtverſtändlich verwaltet die rotirende Achſe ſelbſt die Dampf zulaſſenden reſp. abſperrenden Schieberventile der 3 Cylinder, und beſitzt die Maſchine gleich allen anderen Dampfmaſchinen Regulator, Probirhähne und ſonſtige Hilfsorgane.

Als Dampferzeuger dienen ſiehende (Fieldſche) Keſſel.

116. Nach Angabe der in No. 112 namhaft gemachten Quellen hat die franzöſiſche Regierung bis jetzt 175 Lichtmaſchinen mit vollſtändiger Ausrüſtung beſchafft, deren weitaus größter Theil der Marine zugetheilt iſt, nämlich 145. Darunter befinden ſich — vorzugsweiſe für die Küſtenvertheidigung beſtimmt — 30 von 6 km Tragweite.

Die 30 im Landkriege zu dienen beſtimmten beſtehen aus: 8 mobilen Apparaten für Beleuchtung zweiter Ordnung; Tragweite

---

*) Ein neueres Modell (1878) beſitzt ein ſcheibenförmiges Schwungrad mit wulſtartiger verſtärkter Peripherie; es befindet ſich dicht an der einen Seitenwand und iſt von ſo mäßigem Durchmeſſer, daß es über das Querprofil der Cylindergruppe nicht hinausragt, alſo nicht füglich ſtören oder Naheſtehende gefährden kann.

bis 3 km; 12 Feld-Apparaten (bis 5 km Tragweite); 10 Festungs-Apparaten (bis 7 km Tragweite).*)

Die erste dieser drei Kategorien hat auch den Titel „Sperrfort-Apparat" (Appareil de fort d'arrêt). Die mittlere Lichtstärke wird zu 600 becs angenommen (4500 deutsche Normalkerzen), soll aber bei der (in No. 6 erörterten) Schrägstellung der Kohlenstäbe 50 Procent mehr betragen.

Alle Theile sind auf einem vierräderigen Wagen aufgestellt. Derselbe hat ein eisernes Gestell und hölzerne Räder. Ein sehr sorgsam arrangirtes Druckfedersystem ist anscheinend gut geeignet, starke Stöße beim Fahren für die empfindliche Ladung des Fahrzeuges unschädlich zu machen. Ersichtlich hat letzteres sehr große Lenkbarkeit, wie aus der Ansicht des Vorderwagens hervorgeht. Ueber der Hinterachse steht der Fieldsche Dampfkessel; über der Vorderachse nebeneinander eine Kabeltrommel (50 m Leitung) und ein Mangin'scher Projector 2. Größe d. h. 40 cm Spiegeldurchmesser. Auf dem mittleren Theile des Wagens ist die Grammesche Lichtmaschine untergebracht; daneben ein Kasten mit dem nöthigen Werkzeug und Hilfsgeräth. Mit der Lichtmaschine fest verbunden — dieselbe Grundplatte, dieselbe Treibachse — ist ein Brotherhood'scher Motor von 3 Pferdestärke. Der Projector (Mangin von 40 cm) kann beim Gebrauch auf dem Wagen bleiben; er kann aber auch abgenommen und auf einem besonderen mitgeführten Gestell postirt werden. Letzteres wird man wählen, wenn der Wagen im Ganzen an den geeigneten Aufstellungspunkt nicht heran kann, oder man ihn vor feindlichem Feuer bergen will. Kessel, Motor und Lichtmaschine müssen immer bei einander bleiben, aber die Lampe kann davon getrennt werden; zur Verbindung dient das vorhandene Kabel.

117. Der Manginsche Projector hat im Ganzen die Form eines liegenden Cylinders von wenig mehr Länge als Durchmesser. Seine vordere Stirn ist nach Art einer Laterne mit Glas in drehbarem Rahmen zum Schutze des Lichtbogens gegen den Wind versehen. Der die Lampe Bedienende steht hinter dem Apparate und kann an dem durch eine Linse auf ein Blendglas geworfenen Bilde der Kohlenstäbe deren Abbrennen verfolgen und ihren Abstand

*) Die Zahlen gelten für Mitte 1881. — 30 Apparate dieses größten Kalibers sind außerdem für Küstenbeleuchtung beschafft.

reguliren, was vermittelst eines äußerlich unterhalb des Gehäuses angebrachten Handgriffes geschieht, der ein kleines Schraubentriebwerk regiert. Der Cylindermantel selbst bildet die Blendröhre für das Licht (cfr. No. 49).

Noch ist eines optischen Hilfsorganes zu gedenken, das seiner Zeit (in No. 51) zur Vermeidung von Complicationen unerwähnt geblieben ist — der sogenannten „plan-cylindrischen Zerstreuungslinse" oder vielmehr eines aus mehreren Cylindersegmenten gebildeten horizontalen Bandes. Echte Linsen, d. h. Kugelabschnitte, würden gleichmäßige zerstreuende Wirkung nach allen Richtungen des Raumes haben, dieselbe Wirkung, die man durch bloßes Verschieben des Leuchtpunktes aus dem normalen Brennpunkte des Spiegels erreicht. Da nun aber Vergrößerung des Gesichtsfeldes gewöhnlich nur im horizontalen Sinne nöthig, solche im vertikalen Sinne aber unnütz, wenn nicht gar schädlich ist, so ist ein Refractor gewählt, der nur horizontal zerstreut, also die durch den Spiegel parallel gerichteten Strahlen vor ihrem Austritt aus der Blendröhre etwas divergirend macht. Damit dies recht gleichmäßig geschieht, ist das in Rede stehende optische Hilfsorgan aus mehreren nebeneinander geordneten, vertikal stehenden Cylinderabschnitten gebildet. Die Bezeichnung: „lentilles plano-cylindriques divergentes" ist eigentlich nicht correct, denn „cylindrisch" ist nicht „linsenförmig". Dieses „Divergir-Glas" ist im Innern des Gehäuses angebracht und kann nach Bedarf ein- und abgestellt werden.

Es ist selbstredend, daß der Projector im Ganzen so eingerichtet ist, daß den difficilen und verletzbaren Theilen Wind und Wetter möglichst wenig anhaben kann; ferner, daß er einen Mechanismus besitzt, der Richtungsnahme im vertikalen und horizontalen Sinne bequem und sicher vermittelt.

Zweckmäßig wird mit dem Projector ein Sucher (Nachtfernrohr) verbunden, um das Einstellen auf das Beleuchtungsobjekt zu erleichtern.

Der Wagen, vollkommen ausgerüstet, hat das mäßige Gewicht von 1900 kg und kostet 13 000 Frcs.

Bei durchsichtiger Luft sind helle Objekte (Häuser, Segel) auf 3000 m zu erkennen.

118. Der französische Armee-Beleuchtungs-Feldapparat (appareil de campagne), das nächst größere Kaliber,

ließ sich nicht mehr auf einem Fahrzeuge zusammendrängen, sondern nahm deren zwei in Anspruch. Das eine trägt den stehenden Kessel, den Motor (Brotherhood von acht Pferdestärken) und die Lichtmaschine; das andere den Projector und alle Requisiten. Die Lichtstärke (nominell 2500 becs) beträgt bei günstigster Kohlenstellung bis zu 4000 becs (rund 30 000 deutsche Normalkerzen). Der Maschinenwagen (ebenfalls Eisengestell, hölzerne Räder, Federn) wiegt 3000 kg und kostet 15 450 Frcs. Er führt Wasser und Kohlen für 1 Stunde Arbeitszeit.

Der zweite Wagen, gleichfalls vierrädrig, trägt außer dem Projector, der bei dieser Kategorie fest auf dem Wagen ist, 100 m Leitungskabel und auf der Vorderachse einen geräumigen Werkzeugkasten. Er wiegt 1200 kg und kostet 6900 Frcs. Die neueren Apparate dieser Kategorie haben Manginsche Spiegel von 60 cm Durchmesser; die älteren das Sautter-Lemonniersche Linsen-Prismen-System. Letzteres ist 700 Frcs. billiger als der aplanatische Spiegel.

Die Lampen sind entweder solche mit dem Serrinschen automatischen Regulator oder wie bei der vorigen Kategorie auf Handbetrieb eingerichtete von Sautter und Lemonnier.

Neuerdings ist eine ersichtlich zweckmäßige Abänderung angenommen. Der Projector (nur noch Mangin) ist nicht mehr auf dem Mitteltheil eines zweiten Wagens fest, sondern hat sein Stativ gleich dem der Apparate erster Kategorie. Für seinen Transport vom Aufstellungsort des Maschinenwagens bis zur Gebrauchsstelle ist ein zweirädriger Handkarren vorgesehen, den vier Mann zu transportiren haben. Derselbe führt neben dem Projector 100 m doppeldrähtiges Kabel (Hin- und Rückleitung) auf einer Haspel, von der jenes beim Fahren von selbst abläuft. Ein fünfter Mann trägt das Stativ.

Der zweirädrige Karren wiegt beladen 800 kg und kostet rund 6000 Frcs. (der Projector allein 4980 Frcs.).

Die Tragweite dieses mittleren Kalibers ist 5000 m.

119. Der französische Festungs- (und Küsten-) Leuchtapparat ist neuerdings von Sautter und Lemonnier in anscheinend sehr praktischer und jedenfalls sehr gut und elegant aussehender Form zusammengestellt: Stehender Kessel auf der Hinterachse; die Grammesche Maschine (größtes Kaliber; nominell 4000 becs) auf der Vorderachse in einem sie ganz umschließenden parallel-epipedischen Gehäuse; beim Gebrauch ist nur eine Klappe in einer Seitenwand

zu öffnen, um das Leitungskabel paſſiren zu laſſen; auf dem Mitteltheile der Wagenplattform der Brotherhoodſche Motor (13 Pferdeſtärken) feſt montirt; die Treibachſe liegt in der Längsmittellinie des Wagens. Der Keſſel hat 10 qm Heizfläche; der Motor macht 475 Touren in der Minute. Der in Rede ſtehende Wagen wiegt in voller Ausrüſtung 5000 kg und koſtet 21 000 Frcs. Projector, Kabel u. ſ. w. werden wie bei den Feldapparaten behandelt; der ſie aufnehmende zweite Wagen wiegt 1200 kg und koſtet 72 000 Frcs. (der Projector 5200). Bei einigen Exemplaren dieſer Gattung iſt das größte Kaliber Manginſcher Spiegel, von 90 cm Durchmeſſer, zur Anwendung gekommen. Die größte Nummer der Manginſchen Spiegel hat ein bis jetzt noch nicht erwähntes optiſches Hilfselement an einem Meniscus (konvexkonkave Linſe), der zwiſchen Spiegel und Flamme ſteht und die direkten Strahlen von dieſer zu jenem etwas beugt. Während das Strahlenbündel zwiſchen Meniscus und Spiegel einem Kegel von 68° an der Spitze angehört, iſt das Strahlenbündel zwiſchen Flamme und Meniscus ein Kegel von 100° an der Spitze; man ſammelt daher mehr Strahlen als dem Krümmungshalbmeſſer des Spiegels nach zur Reflexion gelangen würden. Man müßte denſelben Zweck erreichen, wenn man mit der Flamme näher an den Spiegel heranginge; indeſſen, der Conſtructeur wird ohne Zweifel ſeinen guten Grund zu dieſer Modification gehabt haben.

120. Die in Vorſtehendem gegebene Charakteriſtik der drei Größen oder Kaliber, die von der franzöſiſchen Regierung für das Landheer adoptirt ſind, iſt den beiden, bei dieſer Darſtellung benutzten, im Eingange des Abſchnittes namhaft gemachten Quellen gemeinſam.

Das Nächſtfolgende findet ſich allein bei unſerem belgiſchen Gewährsmanne. Das betreffende Fahrzeug iſt, wie er ſagt, noch nicht auf der vorjährigen Pariſer elektriſchen Ausſtellung geweſen. Der in Rede ſtehenden Broſchüre iſt eine Photographie dieſes Fahrzeuges beigegeben.

Das neue Fahrzeug iſt durch den ihm beigelegten Namen „Auto-Locomobile“ gekennzeichnet. Sein Ausſehen iſt das einer Tender-Locomotive für gewöhnliche Straßen.

Der Maſchiniſt ſteht über den ſehr kleinen Hinterrädern zwiſchen dem Waſſer- und Kohlenkaſten und dem Heizraum. Ein an dieſen ſich anſchließender ſchlanker Röhrenkeſſel nimmt die ganze

Länge des Fahrzeuges ein und trägt — wie bei Lokomotiven üblich — an der vorderen Stirn den Schornstein.

Auf dem langgestreckten Theile des Kessels zwischen dem höheren Feuerkasten (darüber muthmaßlich ein dampfsammelnder flacher Dom) und dem Schornstein ist eine Plattform hergestellt, auf welcher hintereinander der Brotherhoodsche Motor und der Grammesche Stromerzeuger fest montirt sind.

Die beiden Vorderräder, etwa 1,5 m im Durchmesser, doppelt so hoch wie die hinteren, bilden die Triebräder für den Lokomotivdienst der Maschine. Sie haben hohe und sehr breite Felgen mit rauher Bahn, um auf gewöhnlichen festen Wegen gut zu adhäriren und auf weichen nicht einzusinken.

Dem Maschinisten sind außer den gewöhnlichen Hähnen und Ventilen der Lokomotiven auch Hebel zur Hand, mittelst deren er nach Bedarf seinen Dampf zur Fortbewegung auf die Triebräder oder zur Stromerzeugung auf den Motor wirken lassen kann. Die Maschine wiegt 12 000 kg und kostet 32 000 Frcs.

121. Außer den vorstehend erörterten großen, erwähnen unsere zwei Quellen noch jede einen kleinen portativen Beleuchtungsapparat; jede aber einen andern, wie es scheint.

Die belgische Broschüre führt an, daß die betreffende Lichtmaschine, auf Kurbelbetrieb durch vier Mann eingerichtet, ein Licht von 80 Carcel-Brennern (rund 600 Normalkerzen) liefere.

Die Aufgabe dieser kleinen Apparate ist *Grabenbeleuchtung* in *Befestigungen* und der *Aufklärungsdienst* im Terrain.

Ein Karren, den zwei Mann ziehen, enthält alle Bestandtheile; er wiegt 200 kg und nimmt knapp einen Kubikmeter Raum ein. Den Reflector bildet hier ein paraboloischer Metallspiegel.

In dunkler Nacht sind helle Gegenstände wie Häuser, Segel u. dgl. bis auf 1 km erkennbar.

122. Unser italienischer Gewährsmann berichtet, daß auf der Pariser Elektricitäts-Ausstellung von 1881 — abgesehen von den zahlreichen Anhängern und Nachahmern der Ringarmatur — *Gramme* direkt, durch Sautter und Lemonnier, mit 11 Typen vertreten gewesen sei, von denen 6 ausdrücklich für Kriegsgebrauch bestimmt waren.

Das *kleinste* Kaliber (bezeichnet als Type T), mit Handbetrieb durch zwei Mann, eine *Glühlichtlampe* speisend, ist nur

für den Dienst der optischen Telegraphie bestimmt. Hier liefern permanente Magnete die Induction. Die Stärke des erzielten Lichtes ist nicht angegeben, auch nicht in welcher Weise die Maschine montirt ist — wahrscheinlich auf einem zweirädrigen Karren.

123. Außer den drei Armee-Normal-Kalibern (AG von 600 becs; CQ von 2500 becs; DQ von 4000 becs) waren noch zwei für den Marinedienst adoptirte Nummern ausgestellt:

Type M von 200 Carcel-Brennern (1500 deutsche Normalkerzen) für die Dampfboote (Dampfbarkassen) der Kriegsschiffe; Type CT, nominell 1600 becs (12 710 deutsche Normalkerzen) für Avisos und Panzerschiffe.

Die nominellen Lichtstärken sind nur als Ausdruck des Leistungsverhältnisses der einzelnen Kaliber unter einander von Bedeutung. Interessanter sind die Angaben des wirklich gelieferten Lichtes, wobei „mittlere" und „maximale" Leistung unterschieden werden. Die Lichtstärke variirt je nach dem Winkel, den der das Objekt treffende Lichtstrahl mit der Achse des Lichtkegels macht; unter „mittlerer" wird das Mittel aus den verschiedenen Treffwinkeln verstanden. Das Maximum wird in der Achse des Lichtkegels bei sorgfältiger Auf- und wirksamster Schrägstellung der Kohlenspitzen erzielt.

Wir haben aus den vorgefundenen Angaben berechnet, wie viel Licht (in deutschen Normalkerzen) die fünf Grammeschen Heeres- und Marine-Typen pro Pferdekraft im Mittel und in maximo liefern.

Type	Nominell becs	Bestimmung	Gewicht der Maschine kg	Touren pro Minute	Pferdestärken	Liefert Licht in Normalker überhaupt in Mittel	überhaupt in max.	pro Pferde Mittel	Max
Mj	200	Dampfboot	73	1600	1,25	1719	4754	1375	371
AG	600	Sperrfort ꝛc.	185	820	2,75	3727	9128	1355	331
CT	1600	Seeschiffe ꝛc.	390	675	5,25	7721	19020	1471	362
CQ	2500	Feld-Kaliber	390	1360	8	9440	25100	1180	313
DQ	4000	Festung u. Küste	1000	475	12	16720	45650	1390	380

124. Was unser belgischer Gewährsmann vom deutschen Leucht-Kriegsgeräth weiß ist Folgendes:

Der Apparat (von Siemens) ist so eingerichtet, daß man ein

einzelnes Licht von 12 000 Kerzen und 3500 m Tragweite oder auch zwei Lichtherde zu 4500 Kerzen erzeugen kann.*)

Das gesammte Zubehör ist auf zwei Wagen vertheilt.

Der eine (la locomobile à lumière), vierrädrig, in Eisen, auf Federn, enthält den Kessel, den zweicylindrigen Motor und zwei v. Hefner-Alteneckſche Stromerzeuger nach dem dynamo-elektrischen Princip, mit dem Motor durch Treibriemen verbunden. Der zweite Wagen (le fourgon de campagne) enthält zwei Siemensſche Linsen-Prismen-Scheinwerfer (Projectoren) mit automatischen Lampen. Dieselben werden zum Gebrauch auf mitgeführte Stative gesetzt. Auch 100 m Doppeldraht in einem Kabel befinden sich auf dem zweiten Wagen; außerdem alles Werkzeug und sonstiges Zubehör. Zu letzterem gehört ein kleiner Sicherheits-Apparat, ein sogenannter Ableiter (Deviator), der den Strom aufnimmt für den Fall plötzlichen Verschwindens des Lichtbogens in Folge Zerbrechens der Kohlenstäbe, wodurch das gefährliche Leerlaufen der Maschine verhütet ist.

Dieses Modell stammt von 1874; ein späteres von 1879 hat nur in unwesentlichen Einzelheiten Abänderungen, z. B. Handpumpen statt Injectoren, Feder-Ventile statt solcher mit Beschwerung.

Der Preis beider Wagen soll 1879 rund 30 000 Mk. betragen haben.

An einer andern Stelle nennt der belgische Autor sogar die Zahl der betreffenden Apparate, die beschafft und die Plätze, in denen sie aufgestellt sein sollen.

Es mischt sich in diesen Mittheilungen Richtiges und Irriges — wenigstens nach dem zu urtheilen, was wir unserer Seits von dem Gegenstande wissen. Da die zuständigen Organe der deutschen Heeresverwaltung bezügliche Mittheilungen noch nicht veröffentlicht haben, glauben wir uns versagen zu müssen, die Angaben unseres Gewährsmannes zu ergänzen oder zu berichtigen.

---

*) Die Beleuchtung desselben Objektes mit zwei Lichtern hat den Vortheil, die oft sehr hinderlichen Schlagschatten zu mildern. Doch macht sich dieser Vortheil erst geltend, wenn die beiden Lichter um mindestens 1/3 des Abstandes vom Objekte unter sich von einander entfernt sind. Bei größeren Leuchtweiten ist die Abhängigkeit zweier Lichtstellen von demselben Stromerzeuger eher hinderlich als förderlich.

125. Dem „Berichte über die elektrotechnische Ausstellung zu Paris 1881" von dem österreichischen Geniehauptmann Heß (Mittheilungen ꝛc. des k. k. technischen und administrativen Militärcomité; Jahrgang 1882, 10. Heft S. 391) ist die Ansicht einer Siemens'schen fahrbaren Einrichtung „älterer Construction" beigegeben und dabei bemerkt, daß eine weit kompendiösere, statt mit einer großen Lichtmaschine mit zwei kleineren und mit dem Dolgorukimotor dotirte Combination 1881 in Paris ausgestellt gewesen sei.

Es heißt ferner a. a. O. wörtlich:

„Wenn auch die Hefner-Alteneckʃche Lichtmaschine, welche hier verwendet wird, mit den Grammeschen Maschinen vollkommen konkurriren kann*), so schien doch an dem in Paris ausgestellten Exemplare die Einrichtung und Installirung des Motors gegen äußere Alterationen, wie sie der Gebrauch im Felde mit sich bringt, weniger unempfindlich, als jene der Brotherhood-Maschine; auch dürfte die Leistungsfähigkeit des Mangin-Reflectors mit den von Siemens bisher verwendeten kata-dioptrischen Projektoren auch nicht annähernd zu erreichen sein, und dürfen die von Sautter und Lemonnier gebauten Beleuchtungswagen für Kriegszwecke dermalen wohl als das Vollkommenste in diesem Genre angesehen werden."

Die Einrichtung der Siemensschen Laterne mit dem Fresnelschen Scheinwerfer hat derselbe Verfasser in einem früheren Artikel (Mittheilungen ꝛc. Jahrgang 1879, 4. Heft S. 193) erklärt und durch Zeichnung erläutert.

Ueber die Anordnung zweier Lichtmaschinen für je einen Kessel und Motor heißt es daselbst: „Aus diesem Arrangement erwächst der Vortheil, entweder von zwei getrennten Punkten aus gleichzeitig beleuchten**), oder aber die Ströme der beiden Maschinen nach Bedarf auf Intensität oder auf Quantität kuppeln zu können, je nachdem man die Lampe von der Maschine weit zu detachiren oder aber in der Nähe der Maschine ein Maximum von Licht zu entfalten wünscht. In letzterem Falle geben zwei gekuppelte mittelgroße Maschinen beiläufig denselben Lichteffekt wie eine Maschine der größten Gattung."

*) Vergleiche die Aeußerung von Crompton vorstehend in Nr. 97.

**) Auf einen besonderen Vortheil dieser Anordnung ist vorstehend in der Anmerkung unter dem Text aufmerksam gemacht. (Nr. 124.)

V. Ergebniſſe von Verſuchen mit Lichtmaſchinen.

126. Die den nachſtehenden Schlußfolgerungen zu Grunde liegenden Verſuche ſind in den letzten drei Jahren mit Maſchinen neueſter Conſtruction und an verſchiedenen Orten: Toulon, Cherbourg, Portsmouth, Kronſtadt, am Schwarzen Meer und in Pola gemacht. Den letzten wichtigen in Chatham ſoll beſondere Aufmerkſamkeit gewidmet werden. Aus den übrigen abſtrahiren wir nur einige lehrreiche Erfahrungen.

Die ſogenannte „Zerſtreuungslinſe“ oder das „Divergirglas“, wie wir es vorſtehend (in Nr. 117) genannt und beſchrieben haben, iſt ſelbſtredend kein untrennbares Zubehör des Manginſchen aplanatiſchen Spiegels, ſondern kann bei jedem lichtſammelnden und -richtenden katoptriſchen wie dioptriſchen Organ in Anwendung kommen. Wie zu erwarten, findet ſich in den Beobachtungen durchweg die Wahrnehmung verzeichnet, daß mit Verbreiterung des Beobachtungsfeldes Schwächung der Beleuchtung verbunden war. Die Gradationen der Erkennbarkeit bei gleichen Entfernungen, einmal ohne und einmal mit Einſtellung des in Rede ſtehenden Hilfsorgans, zeigen ſich in Bezeichnung wie: „ſehr gut, Einzelheiten erkennbar — gut;“ „gut — paſſabel;“ „paſſabel — ſchwach;“ „ſehr ſchwach — Null.“ Allerdings vergrößerte ſich der Horizontalwinkel des Beleuchtungsfeldes anſehnlich, letzteres verbreiterte ſich auf das Drei- bis Vierfache. Sehr zutreffend erſcheint daher die Bemerkung: „Zum Aufſuchen von Objekten, deren Lage man noch nicht kennt, iſt das Divergirglas nothwendig.“ Hat man das geſuchte Objekt gefaßt, z. B. einen Batteriebau, ſo entfernt man das Hilfsorgan und beleuchtet mit voller Stärke.

127. In Bezug auf den Aufſtellungsort des Beobachters finden ſich übereinſtimmend die Empfehlungen: er ſolle im Dunkel, etwas vorwärts und wenn möglich tiefer ſtehen als die Lampe, jedenfalls ſich hüten, ſich von derſelben blenden zu laſſen. — Eine Bemerkung lautet: „Es iſt für den Beobachter immer vortheilhaft, ſich von der Lichtquelle zu entfernen, ſelbſt wenn er dadurch dem Objekte nicht näher kommt.“

Uebereinſtimmend wird auch die Wahrnehmung betont, daß Beleuchtung von gleichgiltigen näheren Punkten nachtheilig wirke:

„das dadurch erzeugte Reflexlicht verschleiert das eigentliche Sehobjekt;“ „das nahe vor dem Beobachter auf den Boden fallende Licht blendet ihn.“

128. Bei einem Versuche (in Cherbourg) erwies sich das elektrische Licht geeignet, unter Umständen sogar als Annäherungshinderniß nützlich zu werden. Sieben kleine Dampfer sollten die 1700 m breite Hafeneinfahrt zu passiren versuchen, die von einem Licht von etwa 11 000 deutschen Normalkerzen in einem Horizontalwinkel von 12° längsbestrichen war. Nur zwei Boote kamen durch. Die fünf anderen gelang es, unausgesetzt mit dem Lichtkegel zu verfolgen, so daß sie, unfähig vor sich zu sehen und zu steuern, stopfen mußten.

Diese Beobachtung ist auch anderweitig gemacht worden. So sollten bei irgend einem nächtlichen Manöver zwei italienische Kriegsschiffe in den Hafen von Ancona einfahren. Das zweite kam in den Lichtkreis des vorangegangenen und mußte dasselbe ersuchen, dem Lichtkegel eine andere Richtung zu geben, damit es seinerseits weiterzufahren im Stande sei. So soll auch die Dampfergesellschaft in Ostende sich über den Leuchtthurm von South-Foreland beschwert haben, der, seit er elektrisches Licht hat, die Einfahrt in den Hafen von Dover erschwere.

129. Vergleichende Versuche über die Leistungsfähigkeit verschiedener Systeme fanden 1877 in England statt, um das für Leuchtthürme bestpassende zu ermitteln. Die Commission gab ihre Urtheil dahin ab, daß die dermaligen Siemens-Maschinen denen Grammes, Modell 1873, überlegen seien.

130. Neue Versuche zum Zwecke der Ermittelung des geeignetsten Systems für den Kriegsgebrauch ordnete das englische Kriegsministerium an und beauftragte damit eine aus Mitgliedern der Militär-Ingenieurschule in Chatham zu bildende Commission (1 Major, 1 Hauptmann, 4 Lieutenants). Diese Versuche haben 1879/80 stattgefunden.

Die in Berlin erscheinende „elektrotechnische Zeitschrift“, die im Februar- und Märzheft pro 1881 Auszüge aus dem sehr ausführlichen Berichte der Prüfungscommission*) brachte, sagte bei dieser Gelegenheit:

---

*) Report on the electric light experiments carried out at the school of military engineering, Chatham 1879/80.

„Da die bisher bekannten Messungen starker Ströme in größerem oder geringerem Grade von den verschiedenen Constructeuren beeinflußt wurden, so dürfte es von Interesse sein, diese von ganz unbefangener Seite ausgeführten Messungen kennen zu lernen. Dieselben gewinnen besonders dadurch an Werth, daß ein ähnlich umfangreiches Versuchsmaterial bisher nach Niemandem zu Gebote stand."

131. Das Verständniß des Chathamer Berichts und der in demselben abgegebenen Urtheile verlangt Bekanntschaft mit den elektrischen Messungen und Maßen, die zur Zeit noch nicht allgemein ist. Wir schicken daher der Besprechung der Chathamer Versuche einige bezügliche Notizen voraus, die der Kundige zu überspringen haben wird.

Der im Jahre 1881 in Paris abgehaltene elektrische Kongreß adoptirte für elektrische Messungen das „System der absoluten Einheiten" der British Association*) oder, wie dasselbe nach den von Thomson empfohlenen Grundeinheiten — Centimeter, Gramm, Sekunde — kurz bezeichnet wird, das „C.-G.-S.-System".

Außer den drei genannten Einheiten für Raum, Gewicht und Zeit gilt für Temperaturen der hunderttheilige Thermometer.

Das System setzt als neue theoretische Krafteinheit das „Dyn" (aus dem griechischen „dynamis", Kraft, englisirt), d. h. „die Kraft, deren Einwirkung auf ein Gramm eine Sekunde lang demselben die Geschwindigkeit von einem Centimeter ertheilt."

Die Schwerkraft ertheilt einem Körper in einer Sekunde die Geschwindigkeit: am Aequator von 9,78 m, am Pol von 9,83 m, in unserer Gegend (genau 50 Grad Breite) von 9,809 m = 980,9 cm. Es ist demnach bei uns ein Gramm = 980,9 Dyns.

Zur Arbeitseinheit gewählt ist das „Erg" (aus dem griechischen „ergon", Werk, englisirt), d. h. die Arbeit eines Dyn auf dem Wege von einem Centimeter. Das Erg ist also das „Centimeter-Dyn."

Bisher diente und dient noch immer als Einheit zur Messung von Arbeitsgrößen das Kilogrammmeter oder Meterkilogramm (km

---

*) „B. A. for advancement of science". Das „absolute Maß" für Magnetismus ist von Gauß, das für die Elektricität von Weber begründet. Die B. A. hat das Verdienst, die Techniker dafür gewonnen zu haben.

oder mk), d. h. die Leistung: ein Kilogramm einen Meter hoch zu heben, d. h. das Entgegengesetzte von dem zu thun, was die Schwerkraft anstrebt. Ein Gramm ist wie oben angeführt = 980,9 Dyns, also ein Kilogramm = 980 900 Dyns. Ein Erg involvirt den Weg von einem Centimeter; der Weg von einem Meter verlangt also 100 Ergs. Daher ist das Meterkilogramm = 98 090 000 Ergs oder 1 Erg = $\frac{1}{98\,090\,000}$ = 0,000 000 010 195 Meterkilogramm.

Das Erg ist hiernach ein überaus kleines Maß und man hat zur Bequemlichkeit eine Augmentation desselben dekretirt, das „Ergten" (ten, englisch „zehn") = 10^{10} Ergs = 10 000 Millionen Ergs = 101,95 Meterkilogramm.

Da man die Leistung: 75 Kilogr. in einer Sekunde einen Meter hoch zu heben — als „Pferdestärke" bezeichnet, so ist ein Ergten = $\frac{101{,}95}{75}$ = 1,36 Pferdest.; 1 Pferdest. = 0,7357 Ergten.*)

Bei der Kleinheit aller bisher genannten Einheiten hatte die British Association allgemein vorgeschlagen, daß durch die Vorsetzung von „Mega" oder „Meg" das Millionenfache der Einheit bestimmt sein sollte; andererseits sollte ein vorgesetztes „Mikro" das Milliontel der Einheit bezeichnen.

Von dieser Festsetzung scheint praktischer Gebrauch nicht gemacht zu werden, wie schon die Einführung des „Ergten" beweist und die später zu erwähnenden Elektricitätsmaße weiter beweisen.

132. Die Wärmeeinheit war bisher die „Calorie", d. h. die zur Steigerung der Temperatur von einem Kilogramm Wasser um einen Temperaturgrad erforderliche Wärmemenge.

Seinem Princip getreu mußte das neue C.-G.-S.-System das Gramm an Stelle des Kilogramm setzen und hat dafür den Ausdruck „Gramm-Calorie" gewählt.

Nach dem sogenannten Jouleschen Gesetz ist das „mechanische Aequivalent der Wärme" oder das „Arbeitsäquivalent der Wärme-

*) In Deutschland fährt man einstweilen fort, nach Meterkilogramm und Pferdestärken (Pferdekräften) zu rechnen und das „Ergten" zu ignoriren. Die Chathamer Versuchs-Commission hat beide Meßweisen gebraucht und dadurch das Verständniß nicht gerade erleichtert.

einheit" (Calorie alten Stils) = 425 Meterkilogramm und umgekehrt 1 Meterkilogramm = $\frac{1}{425}$ Calorien, d. h. das „calorische Aequivalent der Arbeitseinheit" ist $\frac{1}{425}$ = 0,002 353 der Wärmeeinheit.

Für das neue C.-G.-S.-System stellt sich das Aequivalenten-Verhältniß zwischen mechanischer Arbeit und Wärme wie folgt:

1 Gramm-Grad-Calorie = 0,0 004 168 825 Ergten;

1 Ergten = 240,9 Gramm-(Grad-)Calorien,

1 Erg = 0,000 000 024 090 Gramm-(Grad-)Calorien.

133. Wenn ein Körper mit positiver Elektricität geladen ist und ein zweiter Körper mit negativer und es werden beide durch einen Leiter verbunden, so gehen die entgegengesetzten Elektricitäten zu einander über, gleichen sich aus, neutralisiren sich, versetzen beide Körper in den scheinbar unelektrischen Zustand. Der Vorgang ist momentan, wenn die beiden Körper isolirt sind und nur eine bestimmte Menge freier Elektricität enthielten.

Wenn die Ladungen gegensätzlicher Elektricität den beiden Enden desselben Körpers angehören (wie z. B. bei einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine am Conduktor +-, am Reibzeuge —-Elektricität oder bei einer galvanischen Säule an Zink- und Kupfer-Pol) und es findet neue Zufuhr statt, so wird die im ersten Falle *momentane* Ausgleichung zur *kontinuirlichen*, es entsteht ein elektrischer (galvanischer) *Strom*.

Man bezeichnet als „elektromotorische Kraft" (Volta gebrauchte zuerst den Ausdruck Forza elettro-motrice) die *Ursache*, die *Quelle* der elektrischen Bewegung, die elektrische *Spannung*.

Damit Strom entsteht, muß die Elektricität an verschiedenen Stellen des Leiters ungleiche Spannung haben. Diesen Unterschied bezeichnet der Ausdruck „Potential-Differenz". Es ist „Arbeit" erforderlich zur Erzeugung oder Scheidung entgegengesetzter Elektricitäten. Wo Arbeit erfolgt, muß eine Kraft thätig sein. Dies ist in diesem Falle die „elektromotorische" (auch „galvanische Scheidekraft" genannt). Sie entspricht der Bewegungsursache tropfbarer Flüssigkeiten, die man „hydrostatischen Druck" nennt, derjenigen der Gase, die man „Spannkraft" nennt. Es ist sogar die letztere Bezeichnung auf die Elektricität übergegangen, die man ja noch immer — obwohl mit starkem Mißtrauen gegen die

oder

ein „Fluidum", oder als zwei
Elektricität) auffaßt. Die ihre wissen-
lateinischen schöpfenden Sprachen
Spannung", synonym mit „elektro-

elektrischen (galvanischen) Stromes
Natur von Wärme-Entwickelung
ebenfalls von einer Verschiebung
die sich nicht ohne einen die
Widerstand" des Leiters vollzieht.
als „wesentlicher", der sich im
Stromgenerators, Rheomotors)
Batterie, in der Dynamo-
im Schließungsbogen" oder
Summe beider bildet den „Gesammt-

Untersuchungen,*) steht die „Strom-
der Elektricität, welche die ge-
geben Verhältniß zur „elektro-
elektrischen Spannung, welche
steht im umgekehrten Ver-
Leitungswiderstandes" (R).**)
demnach:

$$\text{Stärke} = \frac{\text{elektromotorische Kraft}}{\text{Gesammt-Leitungswiderstand.}}$$

mathematisch behandelt von Dr. G. S. Ohm.

die Benennungen, die aus dem
den englischen, französischen und
werden: Stromstärke = Intensität;

zu schreiben $J = K\frac{E}{R'}$, wobei K einen
Betrag von den Einheiten abhängt,
werden. Wählt man diese Einheiten
sich $J = \frac{E}{R}$

136. Die Phyſiker empfanden das Bedürfniß, ein bequem anzulegendes, aller Orten mit Sicherheit herzuſtellendes Maß für die Stromſtärke zu haben.

Man verſuchte es zunächſt (nach Jacobis Vorſchlag) mit dem ſogenannten „chemiſchen" Stromſtärken-Maße, indem man als Einheit einen Strom feſtſetzte, der in einer Minute bei der Temperatur von 0 Grad und dem Barometerſtande = 760 mm einen Kubikcentimeter Knallgas (durch galvaniſche Zerſetzung geſäuerten Waſſers) lieferte.

Das Meſſen mit dieſem Maße bedingte in jedem Einzelfalle ein ſubtiles, mühſames Experiment und entſprach durchaus dem praktiſchen Bedürfniß nicht.

Hierauf ſchuf W. Weber mit der Tangentenbuſſole ein wirkliches Meßinſtrument, das ziemlich leicht zu handhaben iſt. Die Buſſole befindet ſich im Mittelpunkte eines metallenen (Kupfer-) Ringes; jene horizontal, dieſer vertikal und in den magnetiſchen Meridian des Beobachtungsortes geſtellt. So lange der Ring ſtromlos iſt, ſteht die Magnetnadel auf Null, d. h. in der Vertikalebene des Ringes; ſobald Strom durch den Ring geleitet wird, iſt die Nadel der Wirkung zweier Kräfte ausgeſetzt: der Erdmagnetismus will ſie in ihrer bisherigen Stellung feſthalten, der den Ring paſſirende Strom will ſie rechtwinklig auf ſeine, alſo auch auf die Meridianrichtung ſtellen. Das Reſultat iſt eine Ablenkung der Nadel um einen Winkel (δ), deſſen Tangente gleich dem Quotienten: „Stromſtärke (S) dividirt durch die horizontale Wirkung des Erdmagnetismus am Beobachtungsorte" iſt.

Um die Ablenkungen einer Tangentenbuſſole mit der chemiſchen Wirkung des Stromes, deſſen Stärke man meſſen will, zu vergleichen, müſſen in die Strombahn gleichzeitig die Tangentenbuſſole und das die Waſſerzerſetzung bewirkende Voltameter eingeſchaltet werden. Für einen beſtimmten Ort und ein beſtimmtes Inſtrument ermittelt man einen numeriſchen Coefficienten m, und es iſt dann der Werth $m \operatorname{tng} \delta$ gleich der Zahl der chemiſchen Einheiten.

In Deutſchland und bei den üblichen Dimenſionen des Ringes der Tangentenbuſſolen (20 bis 40 cm) iſt m = 65 bis 73. Gälte z. B. für eine Meſſung der Werth m = 70 und die Tangentenbuſſole zeigte 54° Ablenkung, ſo ergäbe ſich die Stromſtärke $= 70 \operatorname{tg} . 54 = 96{,}32$ nach chemiſchem Maße.

Vorstehender Nachweis, wie Weber seine Stromstärken-Messungen mittelst Tangentenbussole ausgeführt und ausgenutzt hat, wird es demnächst erklären, warum die moderne Stromstärken-Bezeichnung des C.-G.-S.-Systems aus „Webers" in „Ampères" umgewandelt worden ist.

137. Außer den bis dahin erwähnten elektrischen Größen oder Werthen ist noch das „Fassungsvermögen" oder die „elektrische Capacität" zu beachten. Jeder Körper bedarf eines ihm eigenthümlichen Maßes von Elektricität, um in einen gewissen Potentialzustand zu gelangen, was man sich gleichnißweise veranschaulichen kann durch die verschiedenen Mengen Flüssigkeit, die man in Gefäße von verschiedenem Inhalte gießen muß, um in ihnen dieselbe Höhe zu erreichen.

138. Für sämmtliche elektrischen Größen setzt das C.-G.-S.-System Einheiten fest,*) die aber, analog wie Dyn und Erg, so klein sind, daß für die Praxis Augmentationen (durch Multiplikationen mit Potenzen von 10) statuirt sind, von denen allein thatsächlich die Elektriker, namentlich die Elektrotechniker Gebrauch machen.

Als Maßbenennungen hat man die Namen von Physikern gewählt, die sich um die Entwickelung der Elektricitätslehre besonders verdient gemacht haben. Da die Engländer bekanntlich das Abkürzen lieben (was sie bei „Dyn" und „Erg" bewiesen haben), so hat Volta den letzten, Faraday die beiden letzten Buchstaben eingebüßt.

139. Der Widerstand wird nach „Ohms" gemessen.

Ein Ohm ist $= 10^9$ r d. h. das 1000 Millionenfache der Widerstandseinheit (r). Danach das „Megohm" = 1 Million Ohm; das „Mikrohm" = 1 Milliontel Ohm. Ein Ohm entspricht dem Widerstande von 120 (nach anderen Angaben von 105) lfd. Metern eisernen Telegraphendrahtes von 4 mm Dicke. Nach anderen Angaben: dem Widerstande einer Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt und 1,0493 m Länge.

Mit der Wahl dieses Maßes hat das C.-G.-S.-System seinem Princip gerecht werden und zugleich sich möglichst der bis dahin viel

*) Näheres über die „absoluten" elektrostatischen, magnetischen und elektro-magnetischen Maße und Einheiten findet man in der von Pfaundler besorgten, 1881 erschienenen 8. Auflage des bekannten physikalischen Lehrbuchs, des sogenannten „Müller-Pouillet", Band III, S. 739 u. ff.

benutzten Meſſungsweiſe, der ſogenannten „Siemens-Einheit", nähern wollen. Letztere iſt gleich dem Widerſtande der Queckſilberſäule von 1 qmm Querſchnitt und 1 m Länge bei der Temperatur von 0 Grad. Eine Siemens-Einheit (bisweilen durch die Signatur U. S. bezeichnet) iſt hiernach = 0,953 Ohms.

140. Die elektromotoriſche Kraft wird nach „Volts" gemeſſen. 1 Volt iſt = 10^8 e, d. h. das 100 Millionenfache der elektromotoriſchen Einheit (e). „Mega-Volt" = 1 Million Volts; „Mikro-Volt" = 1 Milliontel Volt. Auch dieſe Wahl iſt erſichtlich ein Compromiß zwiſchen dem Princip des C.G.S-Syſtems einerſeits und Praxis und Herkommen andererſeits, denn 1 Volt iſt nahezu gleich (genauer 0,9 bis 0,95) der elektromotoriſchen Kraft eines Daniellſchen galvaniſchen Elementes (Amalgamirtes Zink in verdünnter Schwefelſäure [oder Zinkvitriollöſung] in Thonzelle; Kupfer, die Thonzelle cylindriſch umgebend, in concentrirter Kupfervitriollöſung.*)

141. Die Stromſtärke wird nach „Ampères" gemeſſen. Daſſelbe Maß hieß vor dem Pariſer Congreß „Weber" und figurirt unter dieſem Namen noch in dem Chathamer Bericht. Die Erwägung, daß Weber ſelbſt (wie vorſtehend in No. 136 nachgewieſen) anders notirt hat und Verwechſelungen entſtehen könnten, hat den Congreß bewogen, die bisher in England übliche Bezeichnung „Weber" durch „Ampère" zu erſetzen.

Die Stromſtärke wird auch mit „Farad per Secunde" bezeichnet.

Dem Ohmſchen Geſetze gemäß, nach welchem

$$\text{Stromſtärke} = \frac{\text{elektromotoriſche Kraft}}{\text{Geſammtwiderſtand}},$$

wurde feſtgeſetzt:

$$1\ \text{Ampère} = \frac{1\ \text{Volt}}{1\ \text{Ohm}} = \frac{10^8\,\text{e}}{10^9\,\text{r}} = 0{,}1\,\frac{\text{e}}{\text{r}} = 0{,}1\ \text{i}\ (\text{Widerſtands-Einh.}).$$

1 Ampère entſpricht 10,54 (Jacobi'ſchen) chemiſchen Einheiten,

*) Daniell war der Erſte, der ein ſogenanntes „konſtantes" Element componirte, d. h. eine Quelle zur Erzeugung eines galvaniſchen Stromes, der längere Zeit von gleicher Stärke blieb. Deshalb haben ſich die Phyſiker gewöhnt, nach Daniell's zu rechnen.

In der Praxis iſt D. durch das Bunſen-Element verdrängt, deſſen elektromotoriſche Kraft das 1,8fache derjenigen des Daniellſchen iſt. Demnach iſt 1 Volt = rund $^1/_2$ Bunſen.

d. h. einem Strome, der durch Wasserzersetzung in 1 Minute 10,5 Cubikcentimeter Knallgas liefert, resp. in einer Stunde aus einer Silberlösung 3,96 g Silber niederschlägt.

Da (cfr. den Schluß von No. 136) annähernd das Siebzigfache der Tangente des von der Tangentenbussole markirten Ablenkungswinkels (δ) die Zahl der chemischen Einheiten giebt, so ist 1 Ampère ungefähr auch $= 7 \operatorname{tg} \delta$.

142. Die Quantität wird nach „Coulombs" gemessen.

„Quantität" ist (nach dem Faradayschen Gesetz) das Product von Stromstärke mal Zeitdauer; die Quantitätseinheit (q) ist daher gleich Stromstärkeneinheit (i) mal Secunde und

$$1 \text{ Coulomb} = \frac{1}{10} q \text{ oder } 1 \text{ Ampère eine Secunde lang}$$

143. Die Capacität wird aufgefaßt als der Quotient $\frac{\text{Quantität}}{\text{electromotor. Kraft}}$ und gemessen nach „Farads"; es ist

$$1 \text{ Farad} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Volt}} = \frac{10^{-1} \times 9}{10^{8} \times e} = \frac{1}{10^{9}}$$ der Capacitätseinheit (c).

144. Aus dem Ohmschen Gesetze folgt, daß:
Die elektromotorische Kraft (Ë) = dem Product aus „Stromstärke" (J) und Widerstand (R); in Zeichen $E = J R$.

Die Arbeit des Stroms (A), welche nothwendig ist, um eine Secunde lang eine gewisse Stromstärke (J) zu unterhalten, hängt noch von der elektromotorischen Kraft (E) ab; es ist $A = J E = J^2 R$.

Wenn J, E und R in Einheiten des C.G.S.-Systems gegeben sind, so erhält man aus den letzt aufgeführten Formeln die Arbeit (A) in Ergs; in Ergtens aber, wenn man jenes Product durch 10^{10} dividirt.

Wenn J in Ampères und E in Volts gegeben ist, so liefert die Formel $A = J E$ die Zahlenwerthe:

$$A \text{ in Ergtens} = \frac{10^{8} \times \text{die gegebenen Volts} \times 10^{-1} \times \text{die gegebenen Ampères}}{10^{10}} = \frac{1}{1000} \times$$

das Product aus den gegebenen Volts und Ampères. Folglich
A in Secund-Kilogrammeter $= 0{,}10\,195 \times$ Volts $\times$ Ampères;
A in Pferdestärken $= 0{,}00\,136 \times$ Volts $\times$ Ampères.

An Stelle des Productes der „Volts" und „Ampères" ($E \times J$) kann in allen Fällen das Product aus „Ohms" und

dem Quadrat der Ampères" ($R J^2$) genommen werden, falls neben der Stromstärke nicht die elektromotorische Kraft, sondern der Widerstand bekannt ist, oder ermittelt werden kann.

145. Das kalorische Aequivalent der erforderlichen Arbeit des Stroms ist in Gramm (-Grad)-Calorien ausgedrückt = dem 0,2409fachen*) des Productes: Volts × Ampères (oder Ohms × Ampères im □).

Bei den Chathamer Versuchen haben sehr zahlreiche und sorgsame elektrische Messungen stattgefunden. Es wurden ermittelt: Der Widerstand im Lichtbogen; die dort geleistete Arbeit; die elektromotorische Kraft des Stromerzeugers; die im ganzen Stromkreise (Stromerzeuger und Leitung) geleistete elektrische Arbeit; die Stromstärke. Man gebrauchte die Tangenten-Bussole, Galvanometer, den v. Hefner'schen Dynamometer u. s. w.

146. Der Prüfung unterzogen wurden in Chatham jene drei Typen Gramme, die vom französischen Ministerium für das Kriegs-Leuchtwesen angenommen sind; noch eine vierte Gramme'sche Maschine; fünf Siemens-Maschinen (keine so groß wie die zwei großen Gramme's); drei Wilde'sche Maschinen. Von den letzteren soll hier ganz Abstand genommen werden, da sie in ihren Leistungen hinter den anderen zurückblieben. Die Versuchsreihe gestaltete sich zu einem elektrotechnischen Wettkampf Gramme — Siemens.

Gramme war bei dem Versuche mit seinen dermalen besten Typen vertreten. Dies darf wohl mit Sicherheit angenommen werden, da es die speciell für den Kriegsgebrauch vom französischen Kriegsministerium ausgewählten waren. Daß auch das Trommelsystem v. Hefner-Altenecks in dermalen höchster Vollkommenheit vertreten gewesen sei, ist nicht zu ersehen; nach eingeholter Information möchten wir es bezweifeln. Es besteht in London ein Haus „Siemens Brothers", dessen Chef William Siemens, Bruder von Werner Siemens in Berlin, ist. Bei Siemens Brothers werden diejenigen Maschinen auch verkauft und gebaut die in den Berliner Werkstätten gebaut werden; aber das Berliner Haus „Siemens u. Halske" ist — wie die Geburtsstätte des dynamo-elektrischen Princips überhaupt, so bisher auch der Ausgangspunkt aller Ausbildungen und Vervollkommnungen der Dynamo-Maschinen Siemens gewesen, denn hier wirken eben

*) cfr. Nr. 132.

Werner Siemens und v. Hefner-Alteneck. Das Berliner Haus ist, wie uns gesagt worden ist, weder geschäftsmäßig von den Chathamer Versuchen in Kenntniß gesetzt, noch aufgefordert gewesen, seine dermalen beste und mächtigste Maschine concurriren zu lassen. Ob, wenn dies der Fall gewesen wäre, das System der Trommelmaschinen in Chatham ein günstigeres Urtheil gewonnen haben würde, als thatsächlich der Fall gewesen ist, muß dahin gestellt bleiben; es kann nachträglich weder behauptet noch bestritten werden.

Dem Berichte der englischen Versuchs-Commission sind die Daten der weiter unten mitgetheilten Tabelle entnommen; zum Verständniß schicken wir folgende Erklärungen voraus:

Gramme, Modell D des englischen Berichtes, ist identisch mit dem größten Kaliber der französischen Kriegs-Leucht-Apparate und dort als „Type D Q" bezeichnet, nominell 4000 becs. Dieser Stromerzeuger ist 0,95 m lang, 0,85 m breit, 0,86 m hoch; wiegt 1600 kg und kostet 9000 Francs.

Gramme, Modell C, ist identisch mit dem mittleren französischen Kriegskaliber (C A), nominell 2500 becs. Die bezüglichen Zahlen sind: Dimensionen: 0,73, 0,55, 0,65 m; Gewicht 390 kg. Preis 6000 Francs.

Diese beiden Modelle haben in manchen Ausführungen Stromsammler zu beiden Seiten des Ringes und können nach Belieben auf Spannung (en tension) oder auf Quantität (en quantité) gekuppelt werden. So waren die in Chatham gebrauchten beschaffen, wie aus einer Bemerkung: „Doppelring" zu schließen.

Gramme, Modell A, ist identisch mit dem drittgrößten französischen Kriegskaliber (A G), nominell 600 becs. Dimensionen 0,70, 0,40, 0,58 m; Gewicht 185 kg; Preis 2000 Frcs.

Bei den Versuchen wurden zwei Exemplare dieses Typus neben einander geschaltet, aber auch die einzelnen Exemplare versucht.

Siemens. Von den Siemens-Maschinen scheint in vier Exemplaren dasjenige Modell in Verwendung gestanden zu haben, das in dem Werke: Schellen, „die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen": 2. Auflage, Cöln 1882 — Seite 195 in perspectivischer Ansicht dargestellt und Seite 196 durch folgende Angaben characterisirt ist: Die mittlere Sorte ist 0,757 m lang, 0,70 m breit,

0,284 m hoch; die Trommel 0,456 m lang; Gewicht 200 kg.*) Ob die in Chatham gebrauchten vier Exemplare genau dem Bilde a. a. O. entsprochen, namentlich ob sie einen Collector mit 56 Strahlstücken gehabt haben oder ob sie von früherem Datum und mit wenigertheiligem Collector versehen gewesen sind, konnten wir, trotz gemachten Versuches, leider nicht feststellen.**) Gleichwohl ist dies ein wichtiges Moment, da, wenn die zweite Eventualität — wenig Abtheilungen des Umwickelungsdrahtes der Trommel — zuträfe, ein Hauptvorwurf, der des starken Funkensprühens, sich beruhigend erklären würde, denn die wenigtheiligen Collectoren waren zu jener Zeit schon antiquirt.***)

Die Siemens-Maschinen wurden, entsprechend der Behandlung von Gramme, Modell A (in Frankreich AC), sowohl paarweise neben einander geschaltet als einzeln versucht. Von zweien derselben (sie werden mit No. 229 und 233 bezeichnet) wird bemerkt, ihre Leistungen seien wesentlich geringer gewesen, als die der anderen (No. 290 und 293); es seien deshalb nur die letzteren mit den übrigen Stromerzeugern verglichen worden.

In einem Anhange zum Commissionsbericht wird „eine nachträglich eingegangene" und geprüfte „große" Siemens-Maschine beurtheilt. Man kann nur aus der angegebenen Stromstärke (63 Weber) folgern, daß dieselbe an Größe den Grammes D und C (94 resp. 81 Weber) nicht gleich kam und die Leistungen der beiden gekuppelten Siemens (79 Weber) noch nicht einmal erreichte.

Von dieser „großen" Siemens-Maschine sagt eine Anmerkung

---

*) Vergl. die Beschreibung vorstehend in No. 92 und 93; die Elektromagnete liegen horizontal.

**) Die Firma S. u. H. würde es wohl können, wenn sie wollte, da im Berichte der Commission die Nummern der Maschinen genannt sind.

***) In der citirten Broschüre des belgischen Ingenieuroffiziers wird von dem System Gramme gerühmt, es habe den Vorzug einer einfacheren Umwickelung, „welche gestattet, eine größere Zahl Einzelspulen anzubringen und dadurch die Heftigkeit des sogenannten Extra-Current und demzufolge die Funkenbildung am Stromsammler zu mäßigen". Auch diese Aeußerung bestätigt indirect die Vermuthung, daß in Chatham ältere wenigertheilige Siemens-Maschinen fungirt haben mögen.

Ergebnisse der photo-elektrischen Versuche in Chatham.

1	2	3	4	5	6	7	8
Verdienstnummer nach 14 und 18	Art der Lichtmaschine	Preis in Mark	Tourenzahl pro Minute		Widerstände in Ohms		
			nach A	nach B	im Lichtbogen nach A	im Elektromagnet (Temperat. = 10° C.) nach B	im Anker (Temperat. = 10° C.) nach B
I	Größte Gramme Type D Q Nr. 297. Motor: 14 pfrd. Brotherhood		475	500	0,487	0,210	0,116
II			475		0,498		
			450		0,587		
			—		0,734		
			—		0,719		
			—		0,353		
			—		0,666		
			400		0,661		
		7200		475		0,210	0,116
III	Mittlere Gramme Type C Q Nr. 123. Motor: 9pferd. Maschine; Treibriemen-Transmission	4800	1200		0,627		
			1100		0,65		
			1000		0,768		
				1200		0,150	0,060
IV	Zwei mittlere Siemens nebeneinander geschaltet (auf Quantität). Motor wie ad III		680		0,639		
			—		0,560		
			—		0,38		
			—		0,745		
			630		0,459		
			580		0,415		
			—		0,463		
			—		0,405		
			530		0,459		
	Maschine Nr. 290	4880				0,295	0,305
	" " 293			680		0,300	0,280
V	Zwei Gramme Type AG nebeneinander geschaltet. Motor nicht angegeben		875		0,549		
			—		0,791		
			800		1,13		
			725		1,18		
			650		0,631		
	Maschine Nr. 229	3200					
	" " 289			875		0,660	0,420

*) *Der englische* Bericht enthält die Anmerkung: Andere Experimen-

Zusammengestellt aus zwei Tabellen des Berichtes (A und B).

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Elektromotor. Kraft in Volts		Stromstärken in Ampères		Geleistete Arbeit					Erzielte Lichtstärke in englischen Normal- (Parlaments-) Kerzen. Die Kohlenstäbe standen geneigt		Verdienstnummer nach 19
				in Ergtens pro Sekunde		Procentsätze der geleisteten elektr. Arbeit		in Pferdestärken verbraucht			
nach A	nach B	nach A	nach B	im ganzen Stromkreise	im Lichtbogen	im Stromkreise	im Lichtbogen		pro Maschine	pro Pferdestärke	
92,11	88,72	93,78		Nach A: 8,09	4,25	Nach B: 89	47,79	15,1	27500	1821	III
83,77		91,29		7,47	3,89						
79,14		72,86		5,57	3,10						
79,2		64,18		4,96	2,99						
75,69		67,31		4,99	2,97						
78,67		99,65		7,63	3,42						
70		66,64		4,57	2,65						
66		60,78		3,92	2,4						
	83,77		91,29			88	46,37	12,7	22500	1772	IV
69,9		81,22		5,57	3,58						
66,05		69,2		4,43	3,09						
59,5		54,9		3,16	2,32						
	69,9		81,22			85	54,48	9,52	19500	2048	I
81,06		74,96		5,93	3,537						
80,6		80,34		6,36	3,6						
77,49		96,51		7,36	3,49						
—		66,82		5,21	3,32						
75,88		83,54		6,18	3,20						
71,39		83,77		5,81	2,818						
70,10		77,91		5,32	2,77						
70,77		82,96		5,71	2,77						
65,92		73,04		4,67	2,4						
}	79,55		83,9			73*)	39,49	13,4	19140	1428	V
88,7		68,81		5,96	2,59						
87,1		56,4		4,84	2,5						
78,5		41,2		3,14	1,915						
70,1		35,98		2,44	1,51						
60,7		43,14		2,55	1,18						
	88,7		68,8			88	47,71	9,55	18300	1916	II

tatoren hätten einen höheren Procentsatz gefunden.

in einer der Tabellen: sie sei nicht klassificirt worden, „da die Construction des Stromsammlers der Trommel unzulässig erschien". An einer anderen Stelle wird ausgesagt: die betreffende Maschine habe zwei Stunden lang (mit 450 bis 480 Touren oder Umdrehungen pro Minute) vorzüglich gearbeitet und sehr wenig Funken an den Bürsten gezeigt. Bei fortgesetztem Betriebe fingen die Elektromagnete zu rauchen an; sie ergaben äußerlich die Temperatur von 67° R (150° F), sind aber ohne Zweifel in den inneren Lagen des Drahtes viel heißer gewesen. Der Commissionsbericht erklärt unumwunden: es sei „in Folge dessen für militärische Zwecke ein Concurriren mit den zwei größeren Gramme'schen Typen nicht möglich". An anderer Stelle findet sich die Characteristik: „alte Form; angekauft 1877".

Für die engere Wahl und Classificirung verblieben demnach von fünf Siemens-Maschinen nur zwei desselben Modells, gegenüber vier Grammes von dreierlei Kaliber.

148. Die Commission gab den Maschinen der engeren Wahl sieben „relative Verdienstnummern" hinsichtlich der „im Lichtbogen geleisteten Arbeit". Dieselbe fällt zusammen mit der Gradation nach der erzielten Lichtstärke.

Die Verdienstnummer VI ist dem Maschinen-Paar sub IV bei der Einzelprüfung zu Theil geworden; ebenso VII den einzelnen Maschinen des sub V in Kuppelung auf Quantität verwendeten Paares. In der vorstehend, Seite 52 und 53 enthaltenen Wiedergabe der Tabellen des englischen Berichtes haben wir uns auf die ersten fünf Verdienstnummern beschränkt.

149. Dem Zusammenfassen der in 2 resp. 3 Tabellen getrennten Angaben, und der anderweitigen Gruppirung derselben, lag der Wunsch zu Grunde, sie übersichtlicher und kontrolirbarer darzustellen, als dies im Originalbericht geschehen ist.

Bezüglich der Classification der geprüften Lichtmaschinen (Spalte I) muß aus der Tabelle geschlossen werden, daß nur die höchsten Leistungen maßgebend gewesen sind, denn das arithmetische Mittel aller Leistungen derselben Maschine würde eine andere Ordnung bedingen, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

		1 große Gr.		1 mitt. G.	2 Siem.	1 kl. Gr.
Verdienstnummern:		I	II	III	IV	V
Spalte 14	Höchste Leistung	4,25	3,89	3,58	3,537	2,59
	Mittel aus allen Leist.		3,06	3,00	3,101	1,940

Auch bei der Ordnung nach den höchsten Leistungen bleibt IV nur sehr wenig hinter III zurück.

Der Zahlen-Gradation der Spalte 14 entspricht diejenige der Spalte 18. Aus Spalte 18 und 17 ist Spalte 19 berechnet und danach in Spalte 20 die Rangordnung nach dem ökonomischen Resultate der Versuche festgestellt.

Dieser Vergleichs-Maßstab erscheint deshalb hier zulässig, weil in allen Fällen nur ein Licht geliefert wurde, daher der Widerstand im Schließungskreise — abgesehen von dem des Lichtbogens — nicht erheblich und wahrscheinlich bei den verschiedenen Versuchen die Leitungslänge zwischen Maschine und Licht übereinstimmend gewesen ist.

Besonders ausgezeichnet hat sich hiernach die Grammesche Maschine mittlerer Größe (Type CQ). Bei nahezu gleichem Preise wie die zwei Siemens und noch etwas geringerer Stromstärke ist mit nur $^7/_{10}$ des Kraftaufwandes noch etwas mehr als die gleiche Lichtstärke erzielt worden.

Die beiden Siemens sind erheblich hinter allen andern Leistungen zurückgeblieben; ihr Licht war demnach weitaus das theuerste.

Während Siemens bei der Chathamer Konkurrenz mit 1428 Kerzen pro Pferdestärke in die letzte Stelle gerückt ist, hatte er drei Jahre früher — ebenfalls in England — mit 1291 Normalkerzen (Leuchtthurmlicht „bei zerstreutem Strahl") über Gramme gesiegt, der nur 758 Kerzen erzielt hatte.

150. Die von der Chathamer Commission bei jeder einzelnen Maschine aufgezählten Vorzüge und Nachtheile lassen sich in folgende Hauptpunkte zusammenfassen.

Die Grammeschen Stromerzeuger haben eine einfache, leicht zu verfolgende Anordnung der einzelnen Stücke. Man kann ihre Bedienung weniger Erfahrenen anvertrauen, ohne befürchten zu müssen, daß durch Ungeschicklichkeit Erhitzung und Funkenbildung an den Bürsten hervorgerufen würde. Auch in dieser Beziehung zeichnet sich besonders das mittlere Kaliber aus. Siemens' Maschinen verlangen eine aufmerksame und mehr geschulte Bedienung.

Es wird Niemandem einfallen, gegen diese Bemerkung zu protestiren; die englischen Ingenieurofficiere, die wochenlang beide Systeme nach- und nebeneinander haben arbeiten sehen — wahr-

scheinlich von denselben Leuten bedient —, sind so urtheilsberechtigt wie möglich. Die Freunde der deutschen Firma können sich nur mit dem Gedanken trösten, daß in Chatham Siemens-Maschinen eines überwundenen Standpunktes gearbeitet haben, Maschinen, die wegen zu vielen Eisens im Ankerkerne leicht in Hitze geriethen, deren zu wenigtheiliger Collector keine stetig ganz sichere Stromleitung durch die Bürsten vermittelte. Wenn die damalige Commission sich heute in den Abendstunden in dem provisorischen Maschinenhause in der Zimmerstraße aufhielte, so würde sie über die einfache, verständliche Anordnung und die bequeme, schnell begreifliche Bedienung der Lichtmaschinen von Siemens und Halske gewiß eine sehr gute Meinung bekommen.

Als einen Siemens-Nachtheil führt die Commission an:

„Ein unregelmäßiges Functioniren der Lampe bewirkt starke Funkenbildung an den Bürsten und eine rasche Abnützung dieser, sowie des Stromsammlers."

Die Bemerkung an sich leuchtet vollkommen ein; es ist nur nicht abzusehen, warum dies Vorkommniß als ein Nachtheil nur bei Siemens sich geltend machen sollte. Unregelmäßiges Functioniren der Lampe stört die Leitungsfähigkeit des Lichtbogens; der Strom staut sich und bricht aus, wo er kann. Sollten sich dafür die Bürsten bei Gramme nicht eben so gut eignen wie bei Siemens?

151. Eine sehr beachtenswerthe Beobachtung ist die, daß sich bei Gramme die Elektromagnete mehr erhitzt haben als der Ring; umgekehrt bei Siemens die Trommel mehr als die Elektromagnete. An den schnell rotirenden Inductoren (Ankern) läßt sich nicht gut beobachten; ihre Ueberhitzung merkt man erst, wenn die Drahtumspinnung raucht resp. der Kautschukgeruch sehr merklich wird; es ist daher ein unzweifelhafter Vorzug, wenn die Maximalerhöhung der Temperatur an den beobachtungsfähigen festen Elektromagneten sich einstellt.

Es läßt sich von vornherein vermuthen, daß die jetzige Anordnung des Siemensschen Ankerkerns in Form eines luftigen Gerüstes diesem Uebelstande möchte abgeholfen haben. Wir hörten auch in der That von Maschinenwärtern, die nicht wissen konnten, worauf unsere Erkundigung zielte, daß infolge der Arbeit wohl die Magnete sich warm anfühlten, aber die Trommeln (Anker) sich nicht heiß liefen.

Der Bericht von Chatham enthält folgende bezügliche Zahlenangaben:

Die größte Gramme erfuhr durch sechsstündigen kontinuirlichen Betrieb (500 Touren) bei Stromstärke von 58,5 Ampères in den Drähten eine Temperatursteigerung von 32° R. (71° F.), während die Siemens (680 Touren) bei noch geringerer Stromstärke (55 Ampères) sich um 49° R. (110° F.) erwärmten. Derselbe Temperaturgrad wurde bei der größten Gramme erst durch Strom von 83,6 Ampères hervorgebracht.

152. Das Nebeneinanderschalten zweier Maschinen hat sowohl bei Siemens wie bei Gramme öfter zu Umkehrungen des Magnetismus der Stromrichtung geführt, was große Störung und Zeitverlust verursachte.

Gegen diese störende Folge des Nebeneinanderschaltens hilft die sogenannte Kettenschaltung, die, wie uns gesagt wurde, zur Zeit der Chathamer Versuche bei Siemens und Halske in Berlin bereits in Anwendung war, ersichtlich aber nicht in Chatham benutzt worden ist; sie besteht der Hauptsache nach darin, daß der Anker der einen Maschine mit den Elektromagneten der andern verbunden ist (und umgekehrt), und auf diesem Wege seinen remanenten Magnetismus abgiebt.

153. An elektrischen Lampen kamen in Chatham sieben Constructionen in Verwendung. Nach dem Urtheil der Commission ist für den Kriegsgebrauch die Lampe Sautter-Lemonnier mit Handbetrieb und schräger Kohlenstellung am besten geeignet; es ist die in den Apparaten des französischen Heeres eingeführte. Wolle man unter Umständen sich einer automatischregulirten bedienen, so sei die von Serrin meistempfehlenswerth.

154. An Projectoren waren die Haupt-Rivalen: Mangin-Spiegel (zu 90, 60 und 30 cm); Siemens: Fresnel-Linsen und parabolischer Reflector.

Das Urtheil lautet:

Die Solidität des Spiegels und die bequeme Art, das Licht in den Focus zu bringen, machen den Apparat sehr geeignet für den Kriegsgebrauch. Der Spiegel von 90 cm ist doppelt so wirksam wie jeder andere, weshalb seine Annahme zu empfehlen ist.

Der Siemenssche Projector liefert einen Lichtkegel, der an Lichtstärke dem concentrirteren des Manginschen sehr untergeordnet ist. Die Linsen sind sehr in Gefahr, von der Hitze des Licht-

bogens zu ſpringen. Die Feſtigkeit des Manginſchen Spiegels ſichert demſelben eine unbeſtreitbare Ueberlegenheit.

Da die in Vergleich geſtellten Projectoren heute noch ebenſo beſchaffen ſind, wie ſie zur Zeit der Chathamer Verſuche waren, ſo iſt gegen das dort gewonnene Urtheil eine Gegenbemerkung nicht zu machen; nur etwa die hiſtoriſche, daß Siemens und Halske bis jetzt trotzdem an Fresnel feſtgehalten haben. Es wird von der genannten Firma betont, daß durch das Linſen-Prismen-Syſtem nahezu die Hälfte der Lichtſphäre eingefangen wird, während dies bei dem Mangin-Spiegel nur mit einem Kegel von höchſtens 100 Grad der Fall iſt (vgl. oben Nr. 50; 56 bis 58); die dem Objekte zugeſendete Lichtmenge iſt daher merklich größer bei Fresnel. Daß auf beſchränkten Raum durch das concentrirtere Licht des Mangin-Spiegels energiſcher eingewirkt wird und daß er daher weiter trägt — können die Anhänger Fresnels nicht leugnen.

Die eigenen theoretiſchen Erwägungen, wie die praktiſchen Ergebniſſe von Chatham drängen den unbefangenen Beurtheiler auf die Seite von Mangin.

155. Daß die Verſuche in Chatham eine weitreichende Wirkung gehabt haben, geht aus den (in Nr. 105) namhaft gemachten beiden Schriften hervor.

Nachdem Weiſſenbruch in dankenswerther Ausführlichkeit und Genauigkeit die franzöſiſchen Einrichtungen durch Wort und Bild geſchildert, dann einen etwas unſichern, zwei Seiten langen Blick auf Deutſchland geworfen, erledigt er den Reſt ſeines im Titel der Broſchüre enthaltenen Programms: „Die Apparate zur Abgabe des elektriſchen Lichts, die bei den europäiſchen Heeren in Gebrauch ſind“ durch nachſtehende ſummariſche Bemerkung:

„England, Oeſterreich, Italien und Rußland hatten einige Lichtlokomobilen bei Siemens gekauft; aber ſeit den vergleichenden Verſuchen von Chatham haben alle dieſe Staaten die franzöſiſchen Apparate für ihre Panzerbauten und die Küſtenvertheidigung angenommen.

Ebenſo ſteht es mit Holland, der Schweiz, Norwegen, Dänemark, Griechenland, Spanien, ja ſelbſt Japan.“

Pescetto ſchreibt:

„Außer Frankreich, das den Geſammtapparat (Gramme, Mangin, Sautter-Lemonnier) für Heer, Marine nnd Küſten-

vertheidigung adoptirt hat, hat ihn Italien für die Marine und die Küstenvertheidigung angenommen.

England gleichermaßen benützt denselben für Küstenvertheidigung und Panzerschiffe. Nach eben erfolgter Beschaffung einer gewissen Anzahl derartiger Apparate kam es zur Ausführung der Chathamer Versuche, durch welche die Angemessenheit jener Wahl bestätigt worden ist.

Holland, Schweden, Dänemark und Rußland besitzen an zehn solcher Apparate; neuerdings hat die russische Artillerie deren zwei erworben.

Oesterreich hat bereits 13 — für seine Panzerschiffe und die Küstenvertheidigung — in Dienst gestellt. Es scheinen dort gegenwärtig noch bezügliche weitere Beschaffungen im Gange zu sein.*)

An die genannten Staaten reihen sich noch Griechenland, Japan und Spanien."

VI. Schlußbetrachtungen und Folgerungen vom militärischen Standpunkte.

156. Es giebt zwei wesentlich verschiedene Erscheinungsformen des elektrischen Kohlenlichtes:

das Bogenlicht (räumliche Trennung der beiden leuchtenden Kohlenspitzen);

das Glühlicht (zusammenhängende leuchtende Kohle).

Beide Erscheinungsformen haben die Berechtigung, neben einander für die Praxis des Beleuchtungswesens benutzt zu werden, da jede vor der anderen etwas voraus hat und in anderer Beziehung ihr nachsteht.

Das Bogenlicht hat für sich den erheblich höheren Glanz und dementsprechend große Tragweite. Dagegen bietet die unausgesetzte Erhaltung des bestwirkenden Abstandes der Kohlenstäbe (der unerläßlichen Bedingung höchstmöglicher und gleichmäßiger Leistung) große Schwierigkeit. Die Theilbarkeit des Bogenlichtes ist — zur Zeit wenigstens — eine engbegrenzte.

Das Glühlicht hat für sich die Zuverlässigkeit und Dauer,

*) Im Dienstbücher-Verlage der k. k. Kriegsmarine erschien 1882 M. Burstyn's „Die elektrische Beleuchtung in der k. k. Kriegsmarine."

sobald nur die erste Einrichtung gut war; die weitgehende Theilbarkeit. Dagegen spricht seine verhältnißmäßig geringere Leuchtkraft und der größere Aufwand an mechanischer Arbeit.*)

157. Es giebt drei wesentlich verschiedene Verwendungsarten des elektrischen Kohlenlichtes:

das Einzellicht (eine, höchstens zwei Lichtstellen in demselben Stromkreise, der von einem Stromerzeuger elektrisch gespeist wird);

das Theillicht (mehrere Lichtstellen in demselben Stromkreise — direkt oder mit Stromspaltung —; oder mehrere Stromkreise neben- oder auch hintereinander geordnet von gemeinschaftlichem Stromerzeuger elektrisch gespeist);

das portative Sekundärlicht (ohne gleichzeitige Thätigkeit eines zugehörigen Stromerzeugers durch sekundären Strom aus sekundären Elementen oder Accumulatoren gespeist).

158. Die letztbezeichnete Verwendungsart gehört einstweilen noch der Zukunft an. Dem was vorstehend in den Nr. 34 bis 43

---

*) Edison bestimmt eine 30pferdige Maschine für 250 Glühlichter à 16 Kerzen, beansprucht also keinen größeren Effekt als $\frac{250 \times 16}{30}$ = 133⅓ Kerzen pro Pferdestärke.

Bei der für New-York projektirten Central-Beleuchtungsanlage sollen 150pferdige Maschinen je 2400 Glühlichter von 8 Kerzen unterhalten, also $\frac{2400 \times 8}{150}$ = 128 Kerzen pro Pferdestärke.

Maxim macht sich anheischig 6 Lampen à 60 oder 360 Kerzen pro Pferdestärke zu liefern.

Bei der Berliner Probebeleuchtung der Leipziger Straße speist jede 12pferdige Maschine 12 Bogenlichter à 880 Kerzen, gewinnt also 880 Kerzen pro Pferdestärke.

Bei einer Versuchsbeleuchtung in Wien hat die Brush-Compagnie 16 Lampen mit einer 16pferdigen Maschine gespeist, also genau wie Siemens und Halske in Berlin mit einer Pferdestärke eine Lampe. Die Brush-Lampen sollen nach der Behauptung der Unternehmer 2000 Kerzen stark gewesen sein, was die urtheilsfähigen Wiener freilich bezweifeln.

Unzweifelhaft erwiesen scheint aber nach den wenigen hier angeführten Erfahrungen, daß das Glühlicht kostspieliger ist als das Bogenlicht. Daß es da, wo es auf großen Glanz und große Tragweite ankommt, nicht concurriren kann, bedarf keines Beweises.

darüber gesagt worden, ist hier nur noch folgende Betrachtung hinzuzufügen.

Wenn es gelungen sein wird, Accumulatoren herzustellen, die Strom genug aufspeichern, um ein mächtiges Einzellicht von großer Tragweite stundenlang zu nähren, dann wird jedenfalls für belagerte Festungen eine andere als die bisher ins Auge gefaßte Disposition zu treffen sein. Die lokomobilen Apparate werden sich dann auf die Lampe und den Accumulatar beschränken, und die Ladung der letzteren wird an einer oder an wenigen Centralstellen mit stationären Motoren und Stromerzeugern erfolgen.

Mit diesem Zukunftstraum darf man für jetzt noch nicht rechnen.

In Ergänzung dessen was seiner Zeit (in Nr. 36 u. ff.) über den Faure'schen Elektricitätssammler mitgetheilt worden ist, wird bemerkt, daß seitdem E. Volckmar (in Paris) eine Verbesserung desselben hergestellt haben will, die derselbe sich nunmehr auch im Deutschen Reiche hat patentiren lassen. Dieser neue Accumulator bildet einen mit Blei ausgefütterten mit angesäuertem Wasser gefüllten Behälter, dessen Boden mit isolirendem Material belegt ist. In demselben sind — von einander isolirt — durchlöcherte Bleiplatten angeordnet, deren Oeffnungen mit fein zertheiltem Blei angefüllt sind. Dieser Accumulator soll „verhältnißmäßig" leicht sein. Der in dieser Sekundärbatterie aufgespeicherte Strom wird augenblicklich zum Betriebe der Maschine eines Bootes auf der Themse — angeblich mit gutem Erfolge — verwerthet.

Durch die Münchener Ausstellung von 1882 sind noch zwei andere Versuche zur Lösung der Accumulatorenfrage bekannt geworden.

Otto Schulze (Straßburg) hängt 30 ebene, 20cm hohe Bleiplatten von zusammen 1,2 qm Oberfläche nebeneinander in zehnfach verdünnter Schwefelsäure auf. Die mittelst feiner Riffelung und eigenartiger Behandlung mit Schwefel rauh und porös gemachten positiven Platten beschleunigen das Entstehen und Haften des Bleioxyds ungemein. Ein vollständiges Element wiegt nur 10,5 kg. Die elektromotorische Kraft eines Elements wird zu 2,15 Volt (wie bei Faure), der Widerstand zu 0,005 (bei Faure 0,015) Ohm, die Leistungsfähigkeit zu 15 000 (bei Faure 24 000) sec kg m, und der Verlust an Ladungsarbeit zu 50 % angegeben. Eine Batterie von 30 Elementen wurde bei Tage einige Stunden lang durch eine Dynamomaschine geladen und speiste Abends sechs

Ediſon-B-Lampen (à 8 Kerzen Lichtſtärke) fünf Stunden hindurch tadellos. Schulzes Accumulator iſt als ein entſchiedener Fortſchritt zu bezeichnen.

Dr. Emil Böttcher (Leipzig) verwendet Zinkplatten und gefältete, rauh gemachte Bleiplatten in verdünntem Zinkvitriol, deſſen Elektrolyſe Zink, Schwefelſäure und Bleiſuperoxyd bildet. Zwiſchen den Elektroden iſt Pergamentpapier eingelegt. Je vier Elemente befinden ſich in gemeinſamen Hartgummikäſten, eine Batterie zu 12 Elementen wiegt bloß 15 kg. Dieſe Apparate ſind für kleine Betriebskraft von 3—4 Pferdeſtärken berechnet, zeichnen ſich durch das geringe Gewicht und große Haltbarkeit aus, ſind jedoch noch ſehr koſtſpielig und laſſen bezüglich der Dauer ihrer Ladung, welche nicht nach Tagen, ſondern nur nach Stunden zu bemeſſen iſt, viel zu wünſchen übrig. Nach Angabe des Erfinders beträgt der Inhalt des einzelnen Elements nach völliger Ladung 60 Stunden-Ampères mit der anfänglichen Spannung von 2,6 Volts.

159. Das Theillicht iſt unſtreitig berufen, den Bedürfniſſen des bürgerlichen Lebens und des geſchäftlichen, wie des geſelligen Verkehrs im Freien und in geſchloſſenen Räumen aller Art zu dienen. Vom militäriſchen Standpunkte ſind hier keine beſonderen Wünſche und Anſprüche geltend zu machen; alle Verbeſſerungen und Fortſchritte die der Civil-Elektriker in dieſer Richtung macht, werden vom Militär-Elektriker ebenfalls ausgenützt werden können.

Der Wettkampf im bürgerlichen Leben zwiſchen Bogenlicht und Glühlicht iſt noch nicht entſchieden. Die Innenräume ſind wohl heut ſchon verlorenes Terrain für erſteres, mit Ausnahme zeitweiliger dekorativer oder theatraliſcher Effekte; vielleicht behauptet es ſich (beſonders ſeiner größeren Billigkeit wegen) auf Straßen und Plätzen, oder beide Erſcheinungsformen theilen ſich hier in die Herrſchaft.

Zu ſolcher Theilung dürften ſich kriegsbereite moderne Feſtungen mit ihrem weit ausgreifenden Fortgürtel gut eignen: für die eigentliche Nahbeleuchtung auf Höfen, Wallgängen und in Hohlräumen ſind die kleinen und kleinſten Glühlichter angezeigt; zu leitenden Richtobjekten bei nächtlichen Truppenbewegungen aller Art eignen ſich beſſer die Bogenlichter. Bei der Stärke und Weiße ihres Lichtes ermöglichen ſie mehr als jede andere Lichtquelle die Anwendung farbiger Gläſer, die ſo trefflich dazu dienen

können, die Orientirung im Dunkeln und das Signaliſiren zu erleichtern.

160. Die Inſtallation einer elektriſchen Kriegsbeleuchtung iſt ſchon mit den heutigen Mitteln praktiſch möglich; ſie verdient unſtreitig einen Platz in jedem fortifikatoriſchen Armirungsentwurf.

Ob und wo dergleichen ſchon geſchehen, iſt bis jetzt den Uneingeweihten noch von keiner Seite verrathen worden. Dagegen hat es an Mittheilſamkeit bezüglich der mächtigen Einzellichter von großer Tragweite — der unbeſtrittenen Domäne des Bogenlichtes — nicht gefehlt.

Bei der Wichtigkeit des Gegenſtandes und mit Rückſicht darauf, daß die Beſchaffungen der Heeresverwaltungen zur Zeit ſich vorzugsweiſe auf dieſen Zweig des elektriſchen Beleuchtungsweſens erſtrecken, erſcheint zum Schluſſe der vorliegenden Arbeit eine zuſammenfaſſende Wiederholung der maßgebenden Erwägungen und Anordnungen gerechtfertigt.

161. Für die Marine liegt die Sache am einfachſten.

Ein Kriegsſchiff hat Raum und Tragfähigkeit genug; es braucht bei der Wahl der Lichtmaſchine mit Volumen und Gewicht derſelben es nicht genau zu nehmen. Im Allgemeinen kann man ſagen: was für Leuchtthürme taugt, kann auch das Kriegsſchiff brauchen. Die Marine wird nicht verſchmähen, die kompendiöſeren und leichteren Apparate, die der Kriegsdienſt zu Lande anſtreben muß, auch für ſich zu nützen; ſie ſind ihr aber nicht unerläßlich.

Daſſelbe gilt im Allgemeinen für die Küſtenbeleuchtung. Die Punkte, wo feindliche Landungsverſuche Ausſicht auf Erfolg haben, ſind bekannt: die Hafeneinfahrten, die Torpedo- und ſonſtigen Sperren haben ihren feſten Ort — es werden daher die Küſtenbeleuchtungs-Dispoſitionen von vornherein ziemlich genau beſtimmte und es werden die Lichtſtationen und Lichtwirkungsbereiche in der Hauptſache ſtationären Charakters ſein.

162. Als Gegenſtand näherer Erörterung verbleibt hiernach nur das Beleuchtungsweſen im Feſtungs- und Feldkriege.

Den Hauptgegenſtand der Betrachtung bilden hier die mächtigen Einzellichter von großer Tragweite. Daneben aber verdienen als eine zweite Klaſſe die ſchwachen Einzellichter Beachtung, die man einſtweilen d. h. ſo lange das portative Sekundärlicht (ſ. Nr. 157 und 158) noch nicht in die Praxis eingeführt iſt, an Stelle deſſelben anzuwenden genöthigt ſein wird.

Die mächtigen Einzellichter verlangen Dynamo-Maschinen als Stromerzeuger. Die galvanische Batterie würde bei entsprechender Leistungsfähigkeit sehr voluminös, schwerfällig und sowohl in der ersten Herstellung als in der Unterhaltung kostspielig ausfallen.

163. Jeder dynamo-elektrisch gespeiste Leuchtapparat besitzt fünf Haupttheile.

Dieselben sind:

1) der Motor, der die mechanische Arbeit leistet;
2) der Stromerzeuger, der die ihm zugeführte Bewegung, das Resultat der mechanischen Arbeit, in Elektricität umsetzt;
3) der Stromkreis, d. h. der der Elektricität vorgeschriebene Ausbreitungsraum außerhalb des Stromerzeugers, in welchem sie zu beliebiger Verwendung — hier zur Lichterzeugung — zur Verfügung steht.

Die Unterabtheilungen des Stromkreises sind:

a. die Leitung — Hinleitung vom Stromerzeuger zur Arbeitsstelle, hier dem elektrischen Lichte —; Rückleitung von der Arbeitsstelle in den Stromerzeuger zurück;

b. die Lampe oder Laterne. Dieselbe besteht aus drei Stücken:

α. dem Kohlenträger (Lampe im engeren Sinne) mit Bewegungsvorrichtung. Letztere hat zweierlei Aufgaben: die eigentliche Lichtquelle (den Krater der positiven Kohlen-Elektrode) an den richtigen optischen Ort zu bringen und zweitens: den richtigen Abstand der Kohlenspitzen, der durch das Aufgezehrtwerden der Kohle unausgesetzt gefährdet wird, zu erhalten.

Der Kohlenträger wird entweder von der Hand des Operateurs, des Licht-Richtenden, oder automatisch-mechanisch unter Mitwirkung des elektrischen Stromes regulirt:

β. dem Projector oder Scheinwerfer, der das Licht zusammendrängt und auf das Beleuchtungsobjekt richtet.

γ. dem Lampengehäuse, welches die gegenseitige Stellung von Licht und Scheinwerfer den optischen Anforderungen entsprechend fixirt, das Licht an der nutzlosen und gefährlichen Zerstreuung hindert, den Bewegungsmechanismus im horizontalen und vertikalen Sinne enthält und dem Operateur ohne Gefährdung seiner Sehkraft die Beobachtung des Kohlenglühens ermöglicht.

4) Die Montirung, d. h. die Gestelle — fest oder fahrbar — auf denen die wirksamen Stücke des Gesammtapparates für den Gebrauch oder den Transport oder für beides so untergebracht sind, daß sie vor Beschädigung sicher und zur Verhütung schädlicher Schwankungen bei dem Gebrauch festgelegt sind.

5) Hülfsgeräth und Zubehör für den Betrieb.

164. Stationär oder fest ist ein Beleuchtungsapparat nur dann, wenn alle seine wesentlichen Organe ihren Ort an sich, also auch ihre räumliche Beziehung zu einander absolut nicht ändern, mithin andere Bewegungen als die durch den Betrieb des Apparates gebotenen gar nicht vorkommen.

Ortsveränderlich oder lokomobil ist ein Beleuchtungsapparat nur dann, wenn alle seine wesentlichen Organe den Platz wechseln können.

Halbstationär sind diejenigen Beleuchtungsapparate, bei denen Motor und Stromerzeuger stehende Maschinen sind, der Stromkreis aber nach Lage im Raum und Größe, demzufolge auch der Aufstellungsort der Lampe veränderlich sind.

Bei Anlagen dieser Kategorie kann auch ein Theil des Stromkreises als oberirdische oder unterirdische Drahtleitung fest und nur dafür vorgerichtet sein, dem wechselnden Stande der Lampen entsprechend verlängert und verlegt zu werden.

165. Von ganz stationären Anlagen wird in Festungen nur ausnahmsweise Gebrauch gemacht werden können. Das einem einzelnen festen Punkte zugehörige Leuchtfeld ist nach Breite und Tiefe im Verhältniß zur meist unbeschränkten Ausbreitungsfreiheit des Angreifers eng begrenzt; es könnte sich ereignen, daß eine derartige Anstalt im Verlaufe einer Belagerung gar nicht in Wirksamkeit zu treten Gelegenheit hätte (was bei der Kostspieligkeit derselben doch sehr unerfreulich wäre), und daß es dafür an einem anderen Orte an Licht fehlte.

Nur, wo dem Angreifer unvermeidliche Engwege vorgeschrieben sind — z. B. Hafeneinfahrten — ist die Angemessenheit ganz stationärer Anlagen denkbar.

Wenn die taktischen Rücksichten sie gestatten — technisch, pekuniär und fortifikatorisch sind sie erwünscht, denn sie gewähren bei festem Stande der zu so heftiger Rotation bestimmten Maschinen einen gesicherten Betrieb, ihre Herstellung ist erheblich billiger, da das fahrbare Untergestell gespart wird, und sie lassen

sich in Kasematten beziehungsweise kleinen Panzerthürmen möglichst gut gegen das feindliche Feuer schützen.

166. Die Vortheile der lokomobilen Apparate brauchen nicht hervorgehoben zu werden, sie liegen auf der Hand. Gegen dieselben spricht neben der größeren Kostspieligkeit der Umstand, daß man sich — der Fahrbarkeit zu Liebe — gezwungen sieht, alle Theile möglichst leicht zu machen, was bei Maschinen, die so große Kraft produciren, so heftige Bewegung aushalten sollen, für Dauerhaftigkeit und Betriebssicherheit nicht günstig ist.

167. Die halbstationären Apparate sind demnach ein Kompromiß, der Versuch, zwischen den Gegensätzen zu vermitteln, die Nachtheile zu halbiren — allerdings unter gleichzeitiger Halbirung der Vortheile.

Das letztbezeichnete System empfiehlt der englische Ingenieur-Major Armstrong*) in seinem Berichte über die Pariser elektrische Ausstellung. Er betont die Beschränkung der Leistungsfähigkeit in Strom und Lichtstärke, die man sich auferlegen müsse, um zu große Belastung der Fahrzeuge zu vermeiden; nun bedinge aber die große Tragweite des heutigen Geschützes, daß man im Gegentheil immer mächtigere Lichtquellen herstelle; dies sei nicht anders zu erreichen als durch feste Maschinen und ein festes Netz von Leitungen, an welche man die nach Umständen an den verschiedensten Punkten aufzustellenden Lampen überall durch Einschaltung müsse anschließen können.

Es lassen sich viele Fälle denken, in denen das System der halbstationären Beleuchtungs-Apparate zweckmäßig wäre, aber durchaus nicht alle Fälle werden darin die beste Lösung finden. Schon die Vertheidigung, jedenfalls aber der Angriff wird die ganz fahrbaren Apparate nicht entbehren können.

Dieses System wird jedenfalls das ökonomischere sein.

Je länger der Weg zwischen Stromerzeuger und Lampe ist, ein desto größerer Stromantheil wird von dem Widerstande in der Leitung verzehrt und wird nicht zu Licht. Fontaine hat eine Versuchsreihe bekannt gemacht, wonach — bei Leitungsdraht von 10 qmm Querschnitt — die Verlängerung der Leitung von 100

*) Nach dem Namen zu schließen, der Vorsitzende der vielgenannten Prüfungs-Commission von Chatham.

auf 2000 m mit 61 Procent Verluſt des Effekts, d. h. der pro Pferdeſtärke erzielten Lichtſtärke, bezahlt werden mußte, wie folgende Tabelle zeigt:

Leitungslänge in m	Tourenzahl pro Minute	Erzielte Lichtmenge pro Pferdeſtärke in deutſch. Normalkerzen	Procent
100	750	2031	100
500	950	1117	55
1000	1100	958	47
2000	1350	791	39

Ferner: Die halbſtationären Anlagen dienen ihrem Zwecke nur an dem einen Orte; jede einzelne Feſtung muß damit ausgerüſtet ſein; ſie können ſich nicht gegenſeitig aushelfen. Die Ausſtattung iſt überdies eine doppelte: für die Offenſive wie für die Defenſive. Nur wenige Staaten ſind ſo reich, daß ſie dem neuen Zweige der Kriegsausrüſtung mit vollen Händen Mittel zu ausgedehnteſten Beſchaffungen zuwenden können. Aber ſelbſt die reichſten werden Bedenken tragen, bei dem dermaligen Stande der Elektrotechnik, wo noch Manches zu wünſchen iſt, täglich aber auch Verbeſſerungen erſonnen werden, ſich ſofort im denkbar größten Umfange mit photoelektriſchen Einrichtungen zu verſehen.

Nach alledem iſt es erklärlich, daß die Heeresleitungen vorzugsweiſe den fahrbaren Beleuchtungsapparaten ihre Aufmerkſamkeit zuwenden. Uebrigens ſtellen dieſe dem Conſtructeur die ſchwierigſte Aufgabe; was hier tauglich und wirkſam befunden wird, gewährt zugleich ausreichende Belehrung für Inſtallationen ſtationären oder halbſtationären Charakters.

168. Im Folgenden ſollen nunmehr die oben (Nr. 163) unterſchiedenen fünf Haupttheile jedes dynamo-elektriſchen Leuchtapparates und deren Unterabtheilungen kritiſch erörtert werden.

1. Der Motor.

Die einzig brauchbare Bewegung zur Erzeugung genügend ſtarker Inductionsſtröme iſt die rotirende. Es iſt demnach das maſchinell Einfachſte, daß auch die ſtromerzeugende *mechaniſche* Arbeit in der Form der Rotation geleiſtet wird.

Der einfachste Motor ist dann die menschliche Muskelkraft, die an der Kurbel wirkt.*) Dazu lassen sich füglich nicht mehr als vier Mann anstellen. Diese leisten zusammen etwa 25 Kilogrammmeter pro Sekunde oder $^1/_3$ Pferdestärke und erzeugen Strom für ein Licht von 500 bis 600 deutschen Normalkerzen. Durch zwei Mann kann Strom für 350 Kerzen erzeugt werden.

Die Menschenhand an der Kurbel ist kein billiger Motor, aber für Kriegsarbeit fällt dieses ökonomische Bedenken nicht ins Gewicht. Wichtiger erscheint der Einwand, daß es sehr schwer sei, mit Handbetrieb an der Kurbel jene streng gleichmäßige Geschwindigkeit festzuhalten, die eine Grundbedingung für stetige Stromstärke und stetiges Licht ist. Dies wird allerdings kaum zu erreichen sein, wenn man es dem Gefühl der Kurbelnden überläßt; aber leicht bei Anwendung eines Metronoms, eines tönenden Touren-Zählers.

Wir denken uns das folgendermaßen. Die Kurbelwelle ist mit zwei diametral von einander entfernten Daumen versehen, die ein an einer Feder befestigtes Hämmerchen bei jeder Umdrehung zweimal auslösen und zu hörbarem Anschlagen veranlassen. Zum Apparat gehörig, aber unabhängig von ihm aufstellbar ist ein Pendel nach Art des von den Musikern benutzten Metronoms, welches seine Schwingungen ebenfalls durch Anschlagen hörbar macht. Die Leute an der Kurbel haben dann nur so zu drehen, daß stets ein Schlag des Metronoms zwischen je zwei Schläge ihrer Maschine fällt.

Zu bester Ausnutzung der menschlichen Muskelkraft wird man der Kurbel den Hebelarm von 42 cm geben; die Hände der Kurbelnden machen daher bei jeder Umdrehung einen Weg von $2 \times 0{,}42 \times \pi = 2{,}64$ m, und da sie auf die Dauer diesen Weg nur mit der Geschwindigkeit von 0,75 m pro Sekunde machen können, nimmt eine Umdrehung $\frac{2{,}64}{0{,}75}$ oder rund 3,5 Sekunden in Anspruch. Das Pendel wäre dann so einzurichten, daß seine Schwingungsdauer $\frac{1}{4} \times 3{,}5 = \frac{7}{8}$ Sek. betrüge und jede zweite Schwingung einen hörbaren Anschlag verursachte. Richtet man die Pendellänge veränderlich

*) Eine günstigere (etwa die $\frac{1}{3}$fache) Ausnutzung der Menschenkraft gewährt das Steigrad. Dasselbe ist aber zu voluminös und nicht transportabel. Für den vorliegenden Zweck kann daher nur die Kurbel in Betracht kommen.

her, so läßt sich auch schnellere oder langsamere Rotation taktiren. Jede Pendellänge entspricht dann einer bestimmten Tourenzahl des rotirenden Ankers der Dynamomaschine. Der Taktzähler, nach Art des Mälzlschen Metronoms, d. h. mit Gegengewicht oberhalb der Drehungsachse, bedarf nur sehr geringer Länge und läßt sich bequem mitführen.

Es lassen sich Umstände denken, unter denen auch für stationäre, namentlich für halbstationäre Anlagen — z. B. in entlegenen Forts — die Anwendung animalischer Motoren sich empfehlen könnte. Dann wäre vielleicht auch vom Pferdegöpel Gebrauch zu machen. Ein Pferd im Göpel leistet das Fünffache von der Leistung eines Menschen an der Kurbel.

169. Wasserkraft kann selbstredend nur bei stationären oder halbstationären Anlagen in Verwendung kommen. Bisweilen stehen in einer Festung Wassermühlen mit sicher gestellter Betriebswasser-Zufuhr zur Disposition, die dann wohl für den vorliegenden Zweck in Dienst genommen werden können.

170. Die Gasmotoren (Gaskraftmaschinen) haben in der Technik sich bereits Anerkennung erkämpft; namentlich die in der Fabrik Deutz nach dem patentirten „System Otto und Langen" gebauten, von denen nach einer Angabe der „Compagnie française des moteurs à gaz" zur Zeit bereits mehr als 9000 — von ½ bis 50 Pferdestärken — in Betrieb sind. Der Gasmotor ist eine eincylindrige hin- und hergehende Kolbenmaschine mit Schwungrad. Der Kolben empfängt einseitigen Antrieb durch die Explosion einer kleinen Dosis Knallgas, das sich in der Maschine aus zugeführtem Leuchtgase (Kohlenwasserstoffgas) und atmosphärischer Luft bildet und durch eine permanent brennende Flamme entzündet. Die Maschine hat eine sehr gute Regulirungsvorrichtung, durch welche das Abmessen des Quantums explosiblen Gases für jeden Impuls korrekt und prompt erfolgt, was eine große Regelmäßigkeit der Tourenzahl zur Folge hat. Regelmäßiger Gang des Motors ist aber, wie mehrfach hervorgehoben, eine wesentliche Bedingung für das gute Arbeiten einer Lichtmaschine.

Der Gasmotor hat den anderen großen Vorzug, daß er jederzeit arbeitsbereit ist; man braucht nur den Admissionshahn zu öffnen und die Zündflamme herzustellen. Er consumirt Gas, verursacht also Betriebskosten genau nur so lange, als er arbeitet. Je kürzer die jeweilige Arbeitszeit ist, desto mehr macht sich der

bezeichnete Vortheil, der Dampfmaſchine gegenüber, geltend, die — unabhängig von der eigentlichen Arbeitszeit — einer gewiſſen Vorbereitung für das Anheizen bedarf, und, wenn ſie die Arbeit einſtellt, den zur Zeit vorhandenen Dampf gewöhnlich nicht mehr ausnützen kann.

Zieht man nur die eigentliche Arbeitszeit in Betracht, ſo iſt der Gasmotor allerdings theurer (bis 40 %) als die Dampfmaſchine. Der Gasmotor — wenigſtens in ſeiner dermaligen Geſtalt — eignet ſich nur für ſtationäre und halbſtationäre Anlagen.

Für elektriſche Kriegsbeleuchtung in Feſtungen könnte er ſelbſtredend nur dann in Frage kommen, wenn die lokalen Verhältniſſe den ungeſtörten Fortbetrieb der Gasbereitung ſicher geſtellt erſcheinen laſſen.

171. Die Dampfmaſchine iſt bei dem gegenwärtigen Stande der Technik und zumal für den Betrieb von Kriegsmaſchinen der zuverläſſigſte Motor; für fahrbare Leucht-Apparate — abgeſehen von dem auf ſehr mäßige Leiſtungen beſchränkten Handbetriebe — der einzig mögliche.

Diejenigen Dampfmaſchinen-Syſteme, die ihre urſprüngliche hin- und hergehende Bewegung erſt in rotirende umſetzen müſſen, ſind für den vorliegenden Zweck weniger geeignet als die ſogenannten rotirenden.

172. Der in den franzöſiſchen Kriegs-Leuchtapparaten in Gebrauch ſtehende Brotherhoodſche Motor iſt allerdings auch eine Maſchine mit hin- und hergehenden Kolben; da aber drei Cylinder vorhanden ſind, von denen in jedem Augenblicke einer die Kurbel vorwärts ſtößt, im nächſten der zweite daſſelbe in einer um 120° veränderten Richtung thut u. ſ. w., ſo iſt ziemlich genau die Angriffsweiſe der an der Kurbel wirkenden Kraft des menſchlichen Armes nachgeahmt. Da ferner dieſe Impulſe im geſchloſſenen Innern der Maſchine erfolgen und äußerlich nur das Reſultat in der Drehung der Achſe in die Erſcheinung tritt, ſo darf die Brotherhoodſche Maſchine zu den rotirenden gerechnet werden.

173. Eine wirklich rotirende Dampfmaſchine iſt die von dem ruſſiſchen Fürſten Alexis Sergiewitſch Dolgoruki entworfene, die durch die Pariſer Elektricitäts-Ausſtellung bekannt geworden iſt,

wo sie in der russischen Abtheilung, zugleich aber auch in der deutschen — von Siemens und Halske eingeführt — figurirte.

Wir wollen versuchen, das Princip des in Rede stehenden Motors in Worten zu charakterisiren.*)

Der lichte Querschnitt des Cylinders gleicht dem äußeren Umfange der Ziffer 8, d. h. er ist durch zwei Kreise gebildet, deren Centra um weniger als Durchmesserlänge von einander entfernt stehen. In jedem Centrum oder in der Achse jedes der beiden in einander greifenden Cylinder liegt eine Drehungsachse, davon eine (die untere) die Hauptrotationsachse der Maschine, die andere eine Hülfsachse ist, deren Aufgabe sogleich erklärt werden wird. Man denke sich auf beiden Achsen in einander greifende Räder. Dreht man das obere Rad z. B. in der Richtung wie die Zeiger der Uhr laufen, so zwingt dasselbe das untere Rad und durch dieses die Hauptachse, sich entgegengesetzt zu drehen. Greift man nun in das zweite, untere Rad und dreht in der hier angefangenen Richtung weiter, so nimmt dieses nun seinerseits das obere Rad und dadurch die Hilfsachse in der von dieser begonnenen Richtung mit.

Wechselnde Eingriffe, wie sie Derjenige bequem ausführen könnte, der sich seitwärts in der Ebene der Räder aufstellte und in regelmäßigem Wechsel einmal das obere, dann das untere Rad von sich abstößt, haben demnach Drehung der Hauptachse in derselben Richtung zur Folge.

Diese Stöße in derselben Richtung, aber regelmäßig wechselnd, einmal gegen die obere, dann gegen die untere Achse geführt, hat der Dampf zu besorgen. Dazu genügen aber die Räder nicht, die zu wenig Angriffsfläche bieten würden; es ist dies vielmehr die Aufgabe der demnächst zu beschreibenden Kolben der Maschine. Auf jeder Achse sitzt ein Wellbaum oder eine Nabe, deren Halbmesser ein wenig mehr beträgt, als der halbe Abstand der Centra. Dieser innere Voll-Cylinder hat nicht seinen vollen Kreisquerschnitt, sondern er ist um so viel ausgekehlt, wie ein vom anderen Centrum aus mit dem Halbmesser des Hohlraumes ausgeführter Schnitt von demselben fortnehmen würde. Auf diesen zwei Naben der zwei Achsen sitzen die eigentlichen Kolben, in der Form je eines

*) cfr. Beschreibung und Zeichnung in Dinglers politechnischem Journal, Band 236 pag. 441 u. ff.

cylindrischen Ringstückes von etwas weniger als 180 Grad. Die Dimensionen der einzelnen Stücke sind so abgewogen, daß die beiden auf den Achsen und Wellbäumen (Naben) sitzenden cylinderringstückförmigen Kolben, sobald die durch die oben beschriebene Action der in einander greifenden Räder bewirkte Bewegung in Gang kommt, mit Minimal-Spielraum in dem 8-förmigen Cylinder rotiren und dabei an einander ohne Anstoß vorbeigleiten. Der innere 8-förmige Hohlraum des Cylinders ist dabei, wie auch die augenblickliche Stellung der Kolben sein mag, durch die beweglichen Theile so ausgefüllt, daß zu beiden Seiten, d. h. da wo die Kreise sich berühren oder die 8 am dünnsten ist, ein Hohlraum besteht, dessen vier Begrenzungsflächen gebildet werden von der Cylinderwand, der Oberfläche der Nabe, der Mantelfläche des einen und der Stirnfläche des anderen Kolbens. In einen dieser Hohlräume tritt der Dampf. Von den vier eben aufgeführten Grenzflächen ist die Kolbenstirn der nachgiebigste Theil. Der Dampf verdrängt denselben, d. h. er leitet die Rotation ein. Nach Vollendung etwa einer halben Umdrehung findet der Dampf an der zweiten Berührungsstelle der Kreise, oder an der zweiten dünnsten Stelle der 8 eine Ausgangsöffnung und entweicht. Inzwischen ist aber der zweite Kolben durch die vom ersten Dampf-Impuls bewirkte Halb-Umdrehung des ersten Kolbens und durch Vermittelung der Räder so weit gedreht worden, daß jetzt er dem Dampf an der Eintrittsstelle die Stirnfläche bietet. Das abwechselnde Fortstoßen, das wir vorhin, des leichteren Verständnisses wegen, unmittelbar auf die Räder gerichtet annahmen, trifft in Wahrheit jedesmal einen der Kolben, aber die Räder bewirken, daß, während der Dampf den ersten treibt, der zweite Kolben sich in die entsprechende Stellung bringt, um demnächst seinerseits die Wirkung der treibenden Kraft des Dampfes aufzunehmen und die Fortdauer der Achsenrotation zu vermitteln.

Der 8-förmige Cylinder enthält, durch eine Querscheidewand getrennt, der Länge nach zwei Kammern der geschilderten Art hintereinander; die zwei Kolbenpaare stehen alternirend; demgemäß finden bei jeder Umdrehung vier Impulse statt.

Die Maschine Dolgoruki kann — wie jede wirklich rotirende — keine Kolbenliderung haben; zwischen Kolben und Cylinderwand muß, auch bei der sorgfältigsten Abdrehung beider Theile, ein

Spielraum ſein,*) der etwas Dampf entweichen läßt, wodurch unausbleiblich die Expanſionswirkung etwas geſchwächt wird.

Bei Verſuchen in einer Lyoner mechaniſch-elektriſchen Werkſtatt will man gefunden haben, daß der Motor Dolgoruki zu gleicher Kraftentwickelung etwa doppelt ſo viel Waſſer (alſo auch Dampf und Kohlen) verbraucht habe, als der Motor Brotherhood. Von den Anhängern des letzteren wird außerdem jenem vorgeworfen, daß er mehr verletzbare Stücke enthielte und ſein gutes Functioniren ſehr ſorgſame Bedienung und Beaufſichtigung erheiſche. Wir haben unſererſeits in Berlin das Gegentheil ausſprechen, dem Motor Brotherhood den Vorwurf größerer Wandelbarkeit machen hören.**)

Derartige gegenſätzliche Anſichten ſind nichts Seltenes in der Technik; es iſt aber nützlich, zu wiſſen, daß ſie auch in der vorliegenden Frage beſtehen. Diejenigen, die etwa berufen werden ſollten, Entwürfe und Anſchläge für Kriegs-Beleuchtungs-Apparate zu machen, werden demnach gleich bei der Wahl des Motors nicht ohne Weiteres zugreifen, ſondern ohne Voreingenommenheit vergleichend prüfen mögen.

174. Bei der Zuſammenſtellung der franzöſiſchen Beleuchtungs-Apparate iſt grundſätzlich der Treibriemen verworfen und die direkte feſte Kuppelung zwiſchen der kraft- und der stromerzeugenden Maſchine gewählt worden.

Der Treibriemen iſt die einfachſte und ſanfteſte Form der Rotations-Uebertragung von einer Achſe auf die zweite, wobei jedes beliebige Umſetzungs-Verhältniß (Beſchleunigung der Bewegung) durch bloße Wahl der Scheibendurchmeſſer erzielt werden kann. Umſetzung iſt im vorliegenden Falle ſehr erwünſcht, denn die für den rotirenden Anker des Stromerzeugers unerläßliche ſehr große Umdrehungsgeſchwindigkeit, die bei dieſer ganz einfachen Rotation unbedenklich iſt, kann die viel complicirtere Dampfmaſchine viel weniger gut vertragen, und es iſt für deren gute Erhaltung ſehr nützlich, wenn ſie nur etwa 100 Umdrehungen in

---

*) Er beträgt nur 0,1 mm.

**) Brotherhoods waren in der Berliner Gewerbeausſtellung und in der internationalen Fiſcherei-Ausſtellung monatelang in Betrieb; ſind alſo hier ſehr genau bekannt.

der Minute zu machen hat, während die Achse des Stromerzeugers deren 1000 macht.

Diesem großen Vortheile des Treibriemens steht ein unleugbarer großer Nachtheil gegenüber: der beste Treibriemen ist nicht absolut undehnbar; er ist es um so weniger, wenn er, wie bei der vorliegenden Aufgabe, im Freien, in Wind und Wetter arbeiten muß. Daraus ergiebt sich das zeitweise Schleifen oder Gleiten des Riemens auf seinen Scheiben, daraus eine Veränderung der Tourenzahl (Umdrehungsgeschwindigkeit), daraus eine Schwächung, wenn nicht gar Stockung des Stromes, daraus Schwanken, wenn nicht gar Erlöschen des Lichtes.

Die Constructeurs der zu so großem Ansehen gelangten französischen Kriegs-Beleuchtungs-Apparate haben die schwache Seite des Treibriemens ausschlaggebend sein lassen und ihn verworfen; man muß nicht nothwendig sofort und unbedingt ihrer Meinung sein, man kann wohl auch die Frage: Treibriemen oder nicht? für eine offene, ferneren Studiums würdige erachten.

175. Ueber die Wahl des Kessels werden die Meinungen am wenigsten auseinandergehen. Er muß möglichst wenig Raum einnehmen, schnell Dampf geben und leicht zu bedienen sein. Der stehende Fieldsche Kessel, den man jetzt zahlreich bei Ramm- und Wasserschöpfarbeiten in Anwendung sieht, entspricht jenen Anforderungen.

Neuerdings hat der Kessel „du Temple" Anerkennung (auch schon Annahme für die kleinen Dampfboote der französischen Marine) gefunden. Das Charakteristische dieses Kessels ist folgendes:

Im Inneren des Feuerraumes und allein der Wirkung des Feuers ausgesetzt stehen zwei Serien spiralförmig oder schlangenförmig gebogener Wasserrohre. Dieselben communiciren mit einem kleineren unteren, parallel-epipedisch geformten und einem größeren oberen, cylindrisch geformten Wasserbehälter, die beide außerhalb des Heizraumes angebracht sind, der kleinere liegend über der Heizthür, der größere an der oberen Vorderkante des einen ofenförmigen Kasten bildenden Heizraumes. Außer durch die Schlangenrohre im Inneren sind die beiden Wasserbehälter noch äußerlich durch zwei gerade vertikale Rohre verbunden. Das Wasser füllt das ganze zusammenhängende System der inneren und äußeren Rohre und der beiden Behälter bis auf ein Drittel des oberen.

Auf dieſem befindet ſich ein kleiner Dom als Dampfſammler mit dem Sicherheitsventil.

Das wie gewöhnlich auf Roſt unter den Schlangenrohren angemachte Feuer erhitzt ſehr ſchnell das in letzteren befindliche wenige Waſſer. Dieſes ſteigt und tritt in den oberen Behälter über; das kalte, ſchwerere fällt aus demſelben durch die äußeren Vertikalrohre in das untere Gefäß und wird durch den Nachſchub des aus den Schlangenrohren in den oberen Behälter tretenden wärmeren, von unten in das Syſtem der Schlangenrohre getrieben. Die ſo eingeleitete Circulation bringt — in jedem Augenblicke nur wenig, aber in kurzer Zeit doch das ganze vorhandene Waſſer unter die Wirkung der Hitze und führt zu baldiger Dampfentwickelung. Selbſtverſtändlich iſt für rechtzeitige Waſſererneuerung geſorgt.

Es liegt in der Natur der Sache, daß ein Keſſel, der ſehr ſchnell genügende Dampfſpannung erzeugt, ſie auch eben ſo ſchnell verliert, wenn der Heizer nicht ſehr aufmerkſam für die Unterhaltung des Feuers ſorgt. Es iſt noch fraglich, ob die Lichtmaſchinen im Allgemeinen ein Arbeitsfeld für die Dampfmaſchine ſind, bei welcher das ſchnelle in Gang Kommen ein alle anderen Rückſichten überwiegendes Bedürfniß iſt, oder ob ein größerer, ſchwererer, ſpäter Dampf gebender Keſſel gewählt werden ſoll, der dafür nachhaltiger, ſtetiger in ſeiner Leiſtung und weniger aufſichtsbedürftig iſt.

2. Der Stromerzeuger.

176. Bei dem heutigen Stande von Wiſſenſchaft und Technik iſt nur die dynamo-elektriſche Maſchine mit gleichgerichtetem Strome für die vorliegende Aufgabe geeignet.

Der allen Syſtemen gemeinſame feſte Theil hat die Form zweier Elektromagnete, die im Ruheſtande nur eine Spur von remanentem Magnetismus als Ausgangspunkt und Quelle für die nächſte Arbeit bewahren, während ſie durch die Arbeit zum höchſten Maße ihres magnetiſchen Faſſungsvermögens geſteigert werden. Sie ſo anzuordnen, daß ſie mehr leiſten könnten, als für den ſpeciellen Zweck erforderlich iſt, wäre Materialverſchwendung; ſie über ihre Leiſtungsfähigkeit zu erregen, würde nicht mehr Elektricität, ſondern ſchädliche Erwärmung erzeugen; ſie müſſen daher genau ihrer ſpeciellen Aufgabe entſprechend disponirt ſein.

Zahl, Lage und Form der Elektromagnetkerne und deren Drahtumwickelung variiren bei den einzelnen Systemen; sie kommen aber dahin überein, daß sie ein magnetisches Feld in der Form eines Cylindermantels von einer gewissen Wandstärke schaffen, dessen eine Hälfte nordpolarisch, die andere südpolarisch ist.

Die Cylinderform ist die einzig anwendbare, weil wirksamste, denn nur Rotation vermittelt jene unaufhörlich und regelmäßig abwechselnde Annäherung und Entfernung, auf denen die Erregung von Inductionsströmen beruht; es kann demnach keine bessere Form für den die Induction aufnehmenden beweglichen Theil der Maschine geben als die Cylinderform, und deshalb kann auch das magnetische Feld keine wirksamere Gestalt haben, als die des festen Cylindermantels, der den rotirenden Cylinder umhüllt.

Nur in der Ausbildung des letzteren liegt die Gegensätzlichkeit der 2 Haupttypen für dynamo-elektrische Maschinen, der „Ringmaschine“ und der „Trommelmaschine.“ Beiden Typen gemeinsam ist zunächst noch: die Drahtumwickelung in achsenparalleler Richtung, die Theilung der Gesammtumwickelung in eine große Zahl Abtheilungen, Gruppen oder Strecken, die Art der Sammlung aller Einzelströme in eine die Rotationsachse umgebende Büchse oder Wulst, endlich die Unterhaltung der leitenden Verbindung zwischen dem rotirenden Theile des Stromkreises und der festliegenden Arbeitsstrecke mittelst federnder Bürsten.

Es ist für den Nutzeffekt der Maschine durchaus gleichgiltig, wie die Ehre der erlangten Vollkommenheit sich unter die rivalisirenden Constructeurs vertheilt, wer am meisten vom Anderen gelernt haben mag; thatsächlich sind sich augenblicklich die Maschinen der einen und der anderen Firma so ähnlich, daß sie sich nur noch in einem einzigen wesentlichen Punkte unterscheiden: bei der Ringmaschine umwickelt der Draht einen Körper von der Figur des Felgenkranzes eines Rades oder der Nabe eines Rades oder der eines materiellen Hohlcylinders von einer gewissen Mantelstärke; bei der Trommelmaschine den eines materiellen Voll-Cylinders.

Bei der Trommelfläche taucht ohne Zweifel aller Draht, der auf dem Cylindermantel liegt, in das magnetische Feld, aber diejenigen Drahtpartien, die über die zwei Stirnflächen des Cylinders hinweggehen, werden nicht inducirt; bei der Ringmaschine sind die die innere Radkranz-, Naben- oder Cylindermantel-Fläche

passirenden Drahtstrecken entweder ganz außerhalb des magnetischen Feldes oder doch an seiner äußersten Grenze.

Die Gegensätzlichkeit der beiden Systeme reducirt sich also auf die Frage: Welches von beiden liefert unter gleichen Verhältnissen, d. h. bei gleich leistungsfähigen Elektromagneten, gleicher bewegender Kraft, gleicher Drahtmenge auf dem rotirenden Anker — den meisten Strom in die Leitung und läßt am wenigsten nutzlos in Funken an den Bürsten versprühen? Oder übertrifft vielleicht ein Eklektiker, der von Beiden sich das Beste angeeignet hat, seine Vorbilder?

Diese Frage müßte sich durch Proben sofort entscheiden lassen, sobald man nur Repräsentanten der concurrirenden Systeme nebeneinander hätte, die wirklich und genau in der eben näher bezeichneten Art „unter gleichen Verhältnissen" arbeiteten.

Daß eine derartige Probe die Chathamer vergleichenden Versuche noch nicht gewesen sind, halten wir unsererseits für sehr wahrscheinlich, wie wir dies in Abschnitt V näher ausgeführt haben; die entscheidende Probe wäre also noch zu machen.

3. Der Stromkreis.

a. Die Leitung.

177. Die Telegraphie leitet den elektrischen Strom durch Eisendraht, der großentheils unverhüllt frei durch die Luft geführt ist. Das Eisen bedarf für gleichen Widerstand und gleiche Leitungsfähigkeit größeren Querschnitts als das Kupfer, ist aber gleichwohl erheblich billiger. Die direkte Berührung der atmosphärischen Luft hat den Vortheil, die Drahterwärmung durch den Strom unschädlich zu machen, da beständig Abkühlung stattfindet, aber den Nachtheil, bei nasser Witterung trotz der Isolatoren schwächende Stromableitung zu begünstigen.

Zur Leitung starker Ströme, wie die Lichterzeugung deren bedarf, bleibt der Kupferdraht das unentbehrliche Material; auch seine Weiche und Unbrüchigkeit ist hier von Nutzen, wo derselbe, der Natur der Arbeit nach, abwechselnd auf eine Haspel gewickelt und wieder ausgestreckt werden muß.

Es sind Versuche mit der Phosphor-Bronze gemacht worden; bei gleichem Querschnitte hat dieselbe nur $^1/_3$ von der Leitungsfähigkeit des Kupfers.

Für das Verhältniß des Leitungsdraht-Querschnittes zur Stromstärke giebt es keine bestimmte Formel. Jeder Leiter leistet Widerstand; der Widerstand erzeugt Wärme; Wärme ist Einbuße an Elektricität. Der Widerstand vermindert sich mit der Zunahme des Querschnittes. Auf der anderen Seite ist der Leitungsdraht um so weniger kostspielig und um so leichter und handlicher, je geringer sein Querschnitt ist. Es handelt sich also um einen Compromiß, eine Vermittelung zwischen entgegengesetzten Tugenden und Fehlern. Man wird sich darin auf die Erfahrung der Elektrotechniker verlassen müssen. Als Anhalt folgen hier die den französischen Kriegsbeleuchtungs-Apparaten beigegebenen Kabel (Doppelleitungen).

Bezeichnung des Typus	Lichtstärke in deutsch. Normalkerzen im Mittel	in maximo	Leitungs-Kabel (doppelt, hin u. zurück) Länge in Metern	Drahtquerschnitt in Quadrat-Millimetern
M	1 719	4 754	25	7,58
A G	3 727	9 128	50	7,58
C T	7 721	19 020	50	15,25
C Q	9 440	25 100	50	30,30
D Q	16 720	45 650	100	30,30

Wenn erhebliche Querschnitte für nöthig erachtet werden, ist die Herstellung eines Kabels aus mehreren dünnen Drähten dem einzelnen Drahte, der größeren Biegsamkeit wegen, vorzuziehen.

Zum Schutze gegen Abnutzung und zur Verhütung von Berührungen, die falsche Kurzschlüsse herbeiführen könnten, erhält jeder Leitungsdraht eine schmiegsame, möglichst wasserdichte Umhüllung.

Die Hin- und Rückleitung pflegt bei den Lichtmaschinen in ein Kabel vereinigt zu sein.

3. b. Die Lampe.

a. Der Kohlenträger (Lampe im engeren Sinne).

178. Die Chathamer Prüfungs-Commission hat in Bezug auf dieses wichtige Stück des Beleuchtungs-Apparates ihre Ansicht dahin geäußert, daß der einfachere Handbetrieb den immer viel complicirteren automatischen Regulirwerken vorzuziehen sei. Für die beste Handlampe ist die von Sautter u. Lemonnier für die französischen Kriegs-Leucht-Apparate construirte erkannt worden;

für den Fall, daß man ſich einer automatiſchen bedienen wolle, iſt die von Serrin empfohlen.

Dieſes Urtheil erſcheint inſofern nicht beſtimmt genug, als es keine Rückſicht auf den Charakter der betreffenden Beleuchtung nimmt.

Es möchte doch ein Unterſchied zu machen ſein zwiſchen:

dauernder Sicherheits-Beleuchtung eines beſtimmten Feldes (Hafeneinfahrten und andere unvermeidliche Annäherungswege, Torpedoſperren u. dergl.) und

zeitweiſer Recognoscirungs- reſp. Gefechts-Beleuchtung eines veränderlichen Feldes (Batteriebau und Laufgräben vor einer belagerten Feſtung, Begünſtigung des diesſeitigen Artillerie- und Infanterie-Feuers und dergleichen).

Das Kohlenſtellen aus freier Hand bedingt nicht nur die ununterbrochene Anweſenheit eines mit dem Apparat vertrauten Mannes; derſelbe darf auch das Kohlenbild keinen Augenblick aus den Augen laſſen — ohne Zweifel ein ſehr angreifender Dienſt, der häufige Ablöſung verlangt und demnach ein erhebliches Maß von Arbeitskraft aufzehren würde, wenn man ihn auf Beleuchtungen der erſten Kategorie ausdehnen wollte.

Bei der zur zweiten Kategorie gehörigen iſt die Anweſenheit eines Operateurs während der ganzen Dauer der Beleuchtung unerläßlich, weil es ſich hier nicht nur um Erhaltung der Lichtquelle an der richtigen Stelle handelt, ſondern noch eine zweite Function, die des Richtens des Apparates auf wechſelnde Ziele auszuüben iſt.

Aus dieſen Erwägungen dürfte die Vorſchrift abzuleiten ſein: Apparate die unzweifelhaft nur zur Beleuchtung der erſten Kategorie dienen, erhalten automatiſche Kohlenträger; Apparate, die unzweifelhaft nur der zweiten Kategorie dienen — ſolche mit Handbetrieb; endlich Apparate, die möglicher Weiſe bald für die eine bald für die andere Kategorie verwendet werden, ſind entweder mit beiderlei Kohlenhaltern auszuſtatten, oder, wenn man die doppelte Beſchaffung beanſtandet, mit ſelbſtthätigen.

179. Die Sautter-Lemonnierſche Handlampe kann an Zweckmäßigkeit, mechaniſcher Einfachheit und bequemer Handhabung kaum übertroffen werden.

Vermöge Kulissenführung des Fußgestelles wird der leuchtende Punkt stets in der durch die optische Achse des Apparates bestimmten Vertikalebene erhalten, läßt sich aber in derselben rückwärts und vorwärts schieben, damit man nach Wunsch und Bedarf den Herd des Kohlenlichtes in den optischen Brennpunkt oder in einen entfernteren Punkt der Achse bringen und demzufolge ein cylindrisches oder ein konisches Strahlenbündel erzeugen kann. Diese Bewegung bewirkt der Operateur mittelst einer liegenden Schraube, die ihm unterhalb des Lampengehäuses bequem zur Hand liegt. Eine zweite Schraube mit radförmigem Handgriffe hebt und senkt die Kohlenträger nach Bedarf und ermöglicht das Festhalten des leuchtenden Punktes (des Kraters der positiven Kohle) in der optischen Achse.

Die neueste Form des in Rede stehenden Kohlen-Trag- und Stell-Apparates führt die Kohlen in der die höchste Lichtwirkung ergebenden Schrägstellung. Sie ist auf den Mangin'schen Spiegel berechnet, demgemäß auch bei jedem anderen, aber doch nur bei Spiegeln brauchbar; bei den Fresnelschen Linsen-Prismen-Projectoren hätte sie nicht Platz.

180. Dem selbstthätigen Kohlenhalter und -steller sind folgende Aufgaben gestellt:

1) er muß bewirken, daß die Kohlenspitzen sich berühren, so so lange kein Strom durch die Lampe geht;
2) daß bei eintretendem Strome die Kohlenspitzen sofort sich von einander entfernen, damit der Lichtbogen entstehen kann;
3) daß diese Entfernung dasjenige Maß inne hält, bei welchem die Lichterscheinung den größten Glanz entfaltet;
4) daß dieser Lichtherd den richtigen Orte im Raume einnimmt und festhält, damit der Scheinwerfer richtig fungirt. Um dieser Forderung gerecht zu werden, muß
5) die negative Kohle nach dem Maße ihrer Abnutzung sich in der einen Richtung und die positive Kohle die sich doppelt so schnell verzehrt, doppelt so schnell in der entgegengesetzten Richtung bewegen.

181. Wir wollen versuchen, zu veranschaulichen, wie die Serrinsche automatische Lampe diese complicirte Aufgabe erledigt.

Die in Dienſt genommenen bewegenden Kräfte ſind folgende:

Die Kraft des zur Lichterzeugung verwendeten elektriſchen Stromes, die einen Elektromagneten mehr oder weniger ſpeiſt und ihn befähigt, das eine Ende eines zweiarmigen Hebels bald niederzuziehen, bald frei zu laſſen;

die Kraft einer Abreißfeder, die am anderen Ende des genannten zweiarmigen Hebels der magnetiſchen Kraft entgegenwirkt;

die Schwere des oberen Kohlenhalters;

ein durch eine Treibfeder nach Art der Federuhren betriebenes Räderwerk, genauer geſprochen zwei Räderwerke, von denen das eine Zuſammenkommen, das andere Auseinandergehen der beiden Kohlenhalter anſtrebt.

Dieſe beiden Bewegungen finden ſtets ſo ſtatt, daß der poſitive Kohlenhalter ſich doppelt ſo ſchnell bewegt wie der negative, was leicht zu erreichen iſt, indem auf dieſelbe Achſe zwei Räder geſetzt ſind, eins doppelt ſo groß wie das andere, und indem zwei Zahnſtangen — die mit dem poſitiven Kohlenhalter zuſammenhängende auf der einen Seite in das große, die mit dem negativen zuſammenhängende auf der diametral entgegengeſetzten Seite in das kleine Rad — greifen.

Die beiden Hauptgruppen des Mechanismus: der zweiarmige Hebel, der den gegenſätzlichen Zugkräften des Magnetismus und der Abreißfeder ausgeſetzt iſt — und das Räderwerk, das einer aufgezogenen Uhr gleicht, ſind durch eine Arretirungsvorrichtung in Zuſammenhang gebracht, die auf dem zweiarmigen Hebel wie die Zunge auf einem Wagebalken aufſitzt und dem gelinden Schwanken des Hebels — je nachdem dieſen der Magnetismus oder die Abreißfeder ſtärker afficirt — mit leichten Oscillationen nach rechts und links folgt.

Ein weſentliches Stück der Ajuſtirung des Apparates iſt die Beſtimmung der Zugkraft der Abreißfeder. Dieſelbe muß der für die höchſte Lichtentwickelung erforderlichen Stromſtärke ſo angepaßt ſein, daß, wenn in einem beſtimmten Zeitmomente die Stromſtärke genau angemeſſen iſt, der ganze Apparat ſtill ſteht, indem dann der zweiarmige Hebel und demgemäß die Arretirungsvorrichtung ſo geſtellt ſind, daß beide Räderwerke gehemmt ſind.

Der erſten der oben aufgezählten fünf Aufgaben des Apparates wird durch die Schwere des oberen Kohlenhalters genügt. Derſelbe ſinkt, bis ſeine Kohlenſpitze die ihm entgegenſtehende untere

berührt. Durch Einfügung eines Sperrrades ist dieses Sinken durch die eigene Schwere ohne Einfluß auf das Räderwerk. Dasselbe ist in diesem Augenblicke gespannt aber arretirt, weil jetzt die Abreißfeder stärker wirkt, der Magnet ganz unthätig ist, da ja noch kein Strom vorhanden ist.

In dieser Verfassung ist der Apparat in das Lampengehäuse zu bringen, und es muß der Berührungspunkt der beiden Kohlenspitzen den Ort einnehmen, den behufs richtiger Wirkung des Scheinwerfers nachmals die Lichtquelle einzunehmen und fest zu halten hat.

Jetzt wird der Strom eingelassen.

Er magnetisirt sofort den Elektromagneten, dieser holt sich sein Hebelende heran, die Zunge des Wagebalkens geht etwas zur Seite, dasjenige Räderwerk wird frei, welches die Kohlen von einander entfernt; das andere bleibt arretirt. Der Lichtbogen tritt auf. Haben die auseinander gehenden Kohlen einen gewissen Abstand gewonnen, so hat der Strom eine Schwächung erfahren, die im nächsten Augenblicke gefährlich werden könnte; aber die nachlassende magnetische Kraft an dem einen Hebelende und die demzufolge überwiegende Zugkraft der Abreißfeder am anderen, neigen den Hebel nach letzterer Seite, ziehen also auch die Zunge des Wagebalkens herüber, und diese arretirt nun das bis jetzt thätige Räderwerk und läßt das zweite frei, dessen Spiel sofort die Kohlenspitzen einander nähert. Infolge dessen nimmt sofort die Stromstärke wieder zu, damit der Magnetismus und dieser holt sein Hebelende wieder an, verursacht also wieder Wechsel in der Thätigkeit der beiden Räderwerke. So wiederholt sich unablässig das Schwanken der Wage.

182. Der Zustand vollkommenen Gleichgewichts und vollkommener Ruhe ist eine ideale Vorstellung, die in Wirklichkeit nie während eines meßbaren Zeitraumes eintreten kann, da bei dem unausgesetzten Kohlenverzehr unausgesetzt der Spitzenabstand sich verändert; mathematisch genau richtig ist der Kohlenabstand immer nur in dem unmeßbaren Uebergangsmomente von „zu groß“ in „zu klein“ und wieder von „zu klein“ in „zu groß“.

Je weniger Ausschlag in der einen oder der anderen Richtung eine automatische Lampe gestattet, bevor sie korrigirend eintritt, desto mehr wird für das beschränkte sinnliche Wahrnehmungs-

vermögen des Menschen das thatsächlich vorhandene Schwanken den Eindruck der Ruhe machen.

Die Serrinsche Lampe soll dieser Forderung in hohem Maße entsprechen, wenn sie mit sehr guter, gleichmäßiger Kohle beschickt wird.

In neuerer Zeit soll in England eine von Crompton construirte Lampe, die im Princip der Serrinschen nahe kommt, aber erheblich einfacher ist — letzterer mit Glück Concurrenz machen. Der Mechanismus befindet sich hier ganz oberhalb der Flamme in einem Glascylinder, kann also, während die Lampe brennt, beobachtet werden.

Ein sicheres Urtheil über den praktischen Werth der einen und der anderen automatischen Lampe kann sich nur Derjenige bilden, der dieselben unter gleichen Verhältnissen neben einander in Function hat beobachten können. Es geschieht daher nur mit Vorbehalt, wenn wir aus der auf Zeichnung und Beschreibung beruhenden Bekanntschaft die Ansicht ableiten, die Crompton'sche Construction möchte dem wesentlichen Bedürfnisse eines derartigen Apparates nämlich dem sofortigen korrigirenden Eingreifen bei dem ersten leisesten Schwanken der Stromstärke — noch besser entsprechen als die Serrinsche.

183. Gerühmt werden ferner noch selbstthätige Kohlenträger von Bürgin in Basel, Siemens u. Halske (Hefner-Alteneck), Jaspar in Lüttich, Krupp (Patentträger; Constructeur Dornfeld). Nach Zeichnung und Beschreibung zu urtheilen erscheinen die genannten sämmtlich einfacher als die Serrinsche. Bei den Chathamer Versuchen vertreten gewesen sind außer Serrin nur Krupp und Siemens („altes Modell" wie der Bericht sagt). Die Chathamer Empfehlung der Serrin'schen Lampe dürfte demnach erneute Proben anderer Constructionen nicht ausschließen.

Es muß noch bemerkt werden, daß die Serrinsche Lampe keine andere als vertikale Stellung der Kohlenstäbe und Kohlenhalter verträgt. Wenn man sich also des von allen Seiten zugestandenen Vortheils der vermehrten Lichtwirkung bei Schrägstellung der Kohlen nicht begeben will, ist die Serrinsche Lampe, so wie sie ist, gar nicht zu brauchen.

184. Eine neue, beachtenswerthe automatisch regulirte elektrische Lampe ist die für Lokomotiven und Schiffe bestimmte von Sedlatschek und Wikullil.

Das eigenartige Princip dieser Construction wird sich am

leichteſten verſtändlich machen laſſen, wenn der Apparat zunächſt nicht als automatiſch wirkender, ſondern als für Handbetrieb eingerichteter aufgefaßt wird.

Zwei vertikale cylindriſche Behälter ſind in ihren unteren Enden durch ein Querrohr ſo verbunden, daß ſie, mit Flüſſigkeit (Glycerin) gefüllt, die bekannte Form der communicirenden Röhren darſtellen. Auf jedem der beiden Flüſſigkeitsſpiegel ſchwimmt ein cylindriſcher Kolben, der ſich beim Schwanken der Flüſſigkeit genau in der Achſenrichtung heben und ſenken muß.

Der Kolben des vorderen, etwas weiteren und niedrigeren Schenkels trägt unmittelbar den negativen Kohlenhalter; der Kolben des hinteren, engeren und höheren Schenkels trägt den geeignet zweimal rechtwinklig gebogenen poſitiven Kohlenhalter. Letzterer iſt um ſo viel ſchwerer als der Kolben auf der negativen Seite, daß Berührung der beiden Kohlenſtäbe erfolgt. Es beſteht ſomit ein ſchmal rechteckiger Rahmen, zuſammengeſetzt aus den Kohlenhaltern, den Kohlenſtäben und der Flüſſigkeit in den beiden Schenkeln und dem unteren Querrohr.

Die Verbindung der beiden Schenkel durch das Querrohr iſt keine unabänderlich offene, es ſitzt vielmehr da, wo der hintere Schenkel auf das Querrohr trifft, ein hohler Hahn, in deſſen Innerem ſich ein kleiner Kolben von außen her vor- und zurückſchieben läßt. In einer beſtimmten Stellung dieſes kleinen Schließkolbens beſteht Verbindung der Flüſſigkeit und in Folge deſſen Berühren der Kohlenſpitzen. Zieht man den Schließkolben aus dieſer Stellung ein wenig zurück, ſo bewirkt er zweierlei: zunächſt ſchiebt er ſich vor die Oeffnung, durch welche der hintere (poſitive) Gefäßſchenkel mit dem vorderen communicirt, iſolirt alſo dadurch das in dem vorderen (negativen) Schenkel vorhandene Quantum Flüſſigkeit; in Folge deſſen wirkt er nun zweitens ſaugend, denn indem er von der Flüſſigkeit im vorderen Schenkel, die er bis jetzt berührte, ſich entfernt, ſchafft er einen kleinen luftleeren Raum, oder richtiger würde ihn ſchaffen, wenn nicht ſofort die Flüſſigkeit im vorderen Schenkel ſeiner Bewegung folgte. Dieſe Bewegung hat aber nothwendig das Sinken des Flüſſigkeitsſpiegels, das Sinken des Kolbens, das Entfernen der negativen Kohlenſpitze von der poſitiven zur Folge, denn letztere kann nicht folgen, da die Flüſſigkeit des hinteren Schenkels, auf der ihr Kohlenhalter ſchwimmt, abgeſperrt iſt und ſich nicht vermindert.

Wird jetzt der kleine Schließkolben in seine erste Stellung wieder vorgeschoben, so ist die Kohlenspitzen-Berührung wieder hergestellt.

Tritt bei dieser Stellung der Kohlenspitzen der Strom ein, so bewirkt er das Erglühen der Kohlenspitzen. Bliebe der Apparat unverändert, d. h. der Schließkolben in der bisherigen Stellung, die Flüssigkeit in Communication, so könnte der Lichtbogen nicht zur Entfaltung kommen, denn die durch das Glühen sich verzehrenden Kohlen würden gleichwohl beständig in Berührung bleiben. Wird dagegen die oben beschriebene Bewegung ausgeführt, d. h. der Schließkolben zurückgezogen, so entfernt sich die negative Spitze von der positiven, und der Voltasche Bogen kommt zu Stande.

Das einfache Vor- und Zurückbewegen des Schließkolbens verursacht demnach Nähern und Entfernen der Kohlenspitzen. Diese Bewegungen sollen nun aber nicht aus freier Hand, sondern durch den elektrischen Strom automatisch bewirkt werden. Es ist dies auf zweierlei Arten erreicht und zwar bei den für den Gebrauch auf Schiffen bestimmten Lampen mittelst Elektromagnet und Abreißfeder, bei den Lokomotivlampen mittelst eines Centrifugal-Regulators.

Im ersteren Falle spielt der Elektromagnet die bekannte Rolle: wird er magnetisirt, so zieht er seinen Anker in der einen Richtung, wird er entmagnetisirt oder auch nur geschwächt, so überläßt er den Anker der in entgegengesetzter Richtung wirksamen Abreißfeder; dieses balancirende Hin und Her wirkt hier auf den kleinen Schließkolben.

Die zweite Regulirungsmethode ist durch die unmittelbare räumliche Nachbarschaft von Lampe, Stromerzeuger und Motor ermöglicht. Die letzteren beiden sitzen hinter der Lampe auf dem Rücken der Lokomotive. Der Motor (eine Brotherhoodsche Drei-Cylinder-Maschine) empfängt seinen Dampf aus der Lokomotive; so lange diese nur überhaupt Dampf hat, kann demnach die Lichtmaschine fungiren, gleichviel ob die Lokomotive steht oder in Bewegung ist. Motor und Dynamo-Maschine besitzen eine gemeinschaftliche Rotationsachse, und diese trägt an ihrem vorderen Ende den bekannten Centrifugal-Regulator der Dampf- und Gasmaschinen. Rotirt die Achse sehr schnell, so treibt die Centrifugalkraft die beiden Kugeln des Regulators auseinander, und zwei Arme ziehen eine Zwinge zurück und durch diese mittelst Uebertragung den mehr erwähnten kleinen Schließkolben.

An verschiedenen Orten (auch bei der Pariser Ausstellung 1881 und der Münchener 1882) sind Versuche mit wirklichem Befahren von Bahnstrecken gemacht worden, bei denen sich die Sedlatschekksche Lampe sehr gut bewährt hat.

Eine ruhig und gleichmäßig brennende, in der Tragweite die bisher gebräuchlichen übertreffende elektrische Lokomotivlampe ist selbstredend auch für Kriegszwecke von hohem Werthe.

Beleuchtungen im Wirkungsbereich des feindlichen Feuers wird man jedoch wohl kaum nach der zweiten Sedlatschekschen Steuerungsmethode anwenden wollen, da die räumliche Nachbarschaft von Motor, Lichtmaschine und Lampe die Gefährdung durch das feindliche Feuer, welcher letztere nothwendig ausgesetzt werden muß, auch auf die beiden anderen Organe überträgt. Letztere wird man doch lieber in Sicherheit bringen und sich der Lampe mit der erst geschilderten elektromagnetischen Regulirvorrichtung bedienen.

Die Sedlatschekksche Lampe hat vertikale Kohlenstäbe. Ihr Princip dürfte aber auch Schrägstellung gestatten, ohne den Mechanismus bedenklich zu compliciren und sein exactes Functioniren unsicher zu machen.

3. b. β. Der Projector oder Scheinwerfer.

185. Auf den Leuchtthürmen hat die sinnreiche und wirksame Fresnelsche Linsen-Prismen-Combination die sphärischen und paraboloischen Spiegel-Reflectoren verdrängt. Es lag nahe, den für den nautischen Gebrauch als den vollkommneren anerkannten optischen Hilfsapparat auch für die elektrische Beleuchtung zu Kriegszwecken passend zu erachten.

Es wird dies auch noch heut zutreffen, insofern nur die Bedingungen für das Licht in beiden Fällen dieselben sind.

Stationäre Kriegslichter werden stets große Verwandtschaft mit dem nautischen Beleuchtungswesen haben und bei diesem ihre Modelle suchen können.

Auf fahrbaren Leucht-Apparaten ist der einfachere, standhaftere Spiegel dem complicirteren in seinem Zusammenhange leichter löslichen Linsen-Prismen-Systeme unzweifelhaft vorzuziehen. Da es zur Zeit einen paraboloischen Glas-Hohlspiegel noch nicht giebt und die metallnen theuer und vergänglich sind, ist der Manginsche quasi-paraboloische Spiegel das einzige brauchbare Surrogat.

186. 3. b. γ. Das Lampengehäuse bedarf keiner besonderen Erörterung. Die Lösung der betreffenden Aufgabe ist von Sautter und Lemonnier in den für das französische Kriegsministerium gebauten Leuchtapparaten in mustergiltiger Weise geleistet. Es ist übrigens die leichteste Aufgabe von allen zur Sprache gekommenen und wird von jedem geschickten Mechaniker leicht zufriedenstellend gelöst werden.

4. Die Montirung.

187. Bei stationären und halbstationären Beleuchtungsanlagen werden Motor und Dynamomaschine in einer in jeder Beziehung sicheren Kasematte unterzubringen sein. Dieselbe muß gute Ventilation, Rauch- und Dampfabzug haben. Es ist dabei wünschenswerth, daß sie möglichst gute Tagesbeleuchtung erhält, damit die Maschinen bequem besichtigt, erforderlichenfalls reparirt und gereinigt werden können. Kohlen- und Wasservorrath müssen zur Hand sein.

Da bei ganz stationären Anlagen auch die Lampe einen festen Ort hat, so wird auch für deren Schutz und Sicherstellung gesorgt werden können. Das Fixiren an einem bestimmten Orte würde nicht stattfinden, wenn dieser Aufstellungspunkt nicht sehr wichtig wäre. Die Erhaltung der Lampe wird also in solchem Falle von besonderer Wichtigkeit, andererseits aber auch von besonderer Schwierigkeit sein und demgemäß wohl einen größeren Aufwand rechtfertigen. Eine solche Lampe wird also zweckmäßig ihren besonderen kleinen Panzer-Drehthurm erhalten.

188. Bei den fahrbaren Leuchtapparaten wird man selbstverständlich, wenn möglich, Alles auf demselben Fahrzeuge unterbringen, um Alles bei der Hand zu haben. Es wird aber nur bei kleinen Kalibern möglich, bei den meisten Apparaten dagegen eine Vertheilung auf mindestens zwei Fahrzeuge erforderlich sein.

Die Lampe (im weiteren Sinne: Kohlenträger, Scheinwerfer und Gehäuse) wird füglich in allen Fällen so einzurichten sein, daß sie sich isoliren, von der Stromquelle entfernen und, für den Gebrauch bequem, sicher aufstellen läßt. Der Feind wird die Lampe nicht leicht treffen, er wird es aber versuchen, wenn sie ihn genirt, und ihre Nachbarschaft unsicher machen. Man wird mit dem Kessel- und Maschinenwagen eine gesicherte Aufstellung suchen und mit der Lampe in dem Umkreise, dessen größten Halbmesser die Länge des mitgeführten Kabels bestimmt, den Ort wechseln.

[illegible] konstruirt ist bei den französischen [illegible] Feld- Apparaten ein zweirädriger [illegible] mit Spiegel aufrecht, durch [illegible] Der herausgenommene Kohlen- [illegible] vor den Rädern querüber ange- [illegible] den Rädern querüber liegt das zusammen- [illegible] die Haspel, von welcher sich [illegible] abwickelt. Die Plattform des [illegible] Der Karren hat eine kurze feste [illegible] Knebel am Vorderende; er kann [illegible] werden.

[illegible] und dynamo-elektrische müssen [illegible] und in unverrückbarer Lage gegen- [illegible] Anwendung einer rotirenden Dampf- [illegible] anders sein; bei einer Cylindermaschine [illegible] nicht anders sein, weil andern- [illegible] zuverlässige Riemenspannung zu [illegible]

[illegible] größten zur Annahme gekommenen [illegible] oder 30 000 Kerzen-Maschine) [illegible] Maschinen auf einem Wagen vereinigt [illegible] der durch die Rücksicht auf Fahr- [illegible] Beschränkung ein Einwand gegen das [illegible] Beleuchtungsapparate überhaupt abgeleitet [illegible]

[illegible] hinfällig. Sollte man wirklich mit [illegible] Leuchtkaliber nicht so weit zu leuchten [illegible] möchte und treffen würde, wenn man [illegible] Gewichtsvermehrung noch kein Hinderungs- [illegible] anzuwenden, denn es bleibt noch [illegible] Maschinen zu trennen und ihn — nebst [illegible] — auf einem besonderen vierrädrigen [illegible] auch die Herstellung der Dampf- [illegible] mittels eines flexibeln Zwischen- [illegible] ist, so ist sie doch durchaus nicht [illegible]

[illegible] Rasmythschen Dampframme in An-

190. Bei einer wohlausgerüsteten modernen großen Festung wird es an inneren und äußeren peripherischen und radialen Communicationen mit fester Straßendecke schon aus Rücksicht auf Geschütz- und Munitionstransport nicht fehlen dürfen. In solchem Falle ließe sich wohl der Kesselwagen zur Straßenlokomotive ausbilden, die ihren Dampf, wenn er nicht zur Stromerzeugung verwendet wird, als Zugkraft verwerthet. Im Bedarfsfalle hätte der Kesselwagen den zunächst angehängten vierrädrigen Maschinenwagen und dahinter den zweirädrigen Lampen- oder Lichtkarren zu ziehen. An geeigneten Stellen, z. B. an mehreren längs der inneren Wallstraße der Stadtbefestigung; hinter jedem Fort an dem äußeren Gürtelwege — wären bombensichere Schutzhohlräume anzuordnen, in welche Kessel- und Maschinenwagen direkt einführen. Der Lichtkarren wird dann abgeprotzt und von der Mannschaft an Ort und Stelle gebracht. Kurze Einlagen permanenter Drahtleitung z. B. von jeder Kessel- und Maschinenstation nach den nächstgelegenen Polygonecken des Stadtwalles, bezw. in den Hof des Forts, in dessen Kehle die Maschinenstation liegt, würden die Herstellung des Stromkreises beschleunigen und denselben vor Störung und Unterbrechung durch Passanten bewahren.

5. Hülfsgeräth und Zubehör für den Betrieb.

191. Die Mitnahme von etwas Schanzzeug versteht sich von selbst, um betreffendenfalls den Stand der Lampe passend herrichten zu können. Ebenso ein Vorrath an Kohlenstäben, Schmieröl, Ersatzstücke für abgängige Maschinentheile, z. B. die Kontaktbürsten; Handwerkszeug für den Maschinisten; Fernrohre für den Operateur und den Beobachter u. s. w.

Besondere Erwähnung verdient die Sicherstellung des Verkehrs zwischen dem Beobachter und dem die Lampe Bedienenden (dem Operateur) in Fällen, wo diese beiden über Gehörweite von einander entfernt sind.

Es ist angeführt worden, daß gewissen Beleuchtungsapparaten ein kleiner Feldtelegraphen-Apparat beigegeben ist. Bei der Entwickelung, die seitdem das Telephon erfahren hat, dürfte dieser einfachere Apparat dem vorliegenden Zwecke ebenfalls genügen.

Beide Verkehrsmittel haben die schwache Seite gemein, daß sie der verbindenden Drahtleitung bedürfen. Diese herzustellen wird unter allen Umständen Zeitverlust verursachen, oft den

Beobachter in seiner freien Bewegung hindern, bisweilen kaum möglich sein, z. B. wenn Wall und Graben zwischen Instrument und Beobachter liegen.

Wenn man erwägt, daß der fragliche Verkehr, selbst bei Rekognoscirungs-Beleuchtungen, sich auf wenige Kommandos des Beobachters beschränkt — etwa: Nach rechts! nach links! höher! tiefer! Licht geben! Licht aus! und dergleichen — so kommt man zu der Ansicht, daß es genügen dürfte, wenn die Begleitmannschaft des Beobachters mit einigen Signallaternen, etwa einem weißen, einem rothen und einem grünen Lichte ausgerüstet würde; denn so wird der Beobachter sich oder seine Begleitmannschaft wohl immer postiren können, daß er vom Bedienenden der Lampe oder dessen Gehülfen gesehen werden kann. Um sicher zu gehen, könnte man wohl jedem Leuchtapparat beides, ein Telephon und einen Satz Signallaternen beigeben.

Die Bedienung der Kriegs-Leuchtapparate.

192. Bei den fahrbaren ist Bespannung, Fahrpersonal und Begleitmannschaft nach bekannten Grundsätzen anzuordnen. Wo Transport auf Handkarren, Kabelstrecken oder Maschinenbetrieb mittelst Kurbel zu leisten ist, sind die betreffenden Leute in genügender Zahl und, der nöthigen Ablösung wegen, mindestens doppelt, besser dreifach zuzutheilen.

193. Zum eigentlich technischen Bedienungspersonal gehören: der Heizer des Dampfkessels. Sollte der Kessel auf besonderem Wagen montirt und zur Straßen-Lokomotive ausgebildet sein, so wären ein Maschinist und ein Heizer erforderlich. Der Maschinist für die Dampfmaschine und die Dynamomaschine, nebst einem Gehülfen, der namentlich das Gefülltsein der Schmiergläser überwacht, übrigens insoweit die Bedienung der beiden Maschinen kennt, daß er erforderlichenfalls den Maschinisten vertreten kann.

Die Genannten dürften bei ununterbrochener Arbeit in einer Nacht je nach der Jahreszeit gar nicht, ein- oder zweimal abzulösen sein. Mehr als vierstündigen Dienst wird man ihnen nur im Nothfalle auferlegen dürfen.

194. Die Bedienung der Lampe wird zwei gleich gut instruirte und intelligente Personen erfordern, die sich etwa stündlich in der Nummer Eins, d. h. in der speciellen Function der Kohlen-

regulirung und des Einrichtens auf wechselnde Objekte abzulösen hätten. Die Obliegenheit der jeweiligen zweiten Nummer bestünde in der Unterhaltung des Verkehrs mit der Beobachtungsstation. Nummer Eins darf seine Augen kaum von dem Kohlenbilde, seine Hände kaum von dem Kohlenstellapparate entfernen. Die Richtungsveränderungen im horizontalen und vertikalen Sinne hat diese Richt-Nummer nur nach dem durch Nummer Zwei ihm übermittelten Commando des Beobachters auszuführen, und nicht selbst nach dem Beleuchtungsobjekte zu blicken; es sei denn, daß ein solches namhaft gemacht wird, und der Richtende dieses leichter auffindet, wenn er selbst danach ausblickt.

Bei Recognoscirungs- beziehungsweise Gefechts-Beleuchtungen werden voraussichtlich beide Nummern bei der Lampe anstrengenden, Auge und Ohr in Anspruch nehmenden Dienst haben und füglich auch nicht länger als vier Stunden auf dem Posten erhalten werden dürfen.

Bei Sicherheitsbeleuchtungen mit festem Objekt, und besonders bei Anwendung eines selbstthätigen Kohlenstellers, ist der Dienst ganz erheblich weniger anstrengend. Hier würde eine Person alle technische Arbeit leisten, allenfalls auch die Nacht über ohne Ablösung bleiben können.

Wenn man nicht über ein sehr gutes, für den Leuchtdienst besonders eingeübtes Unteroffizier-Personal verfügt, wird man zu jeder Lampe einen Offizier stellen müssen; bei räumlicher Trennung einen zweiten zur Lichtmaschine.

195. Der Beobachtungsdienst wird bei Sicherheitsbeleuchtungen oft von einer Schildwache versehen werden können. In anderen Fällen, namentlich bei Recognoscirungs- und Gefechts-Beleuchtungen, wird er demjenigen der Artillerie analog zu organisiren sein. Der eigentliche Beobachter wird meistens ein Hilfspersonal bei sich haben müssen, um je nach Umständen Direktiven für das Lampenpersonal oder Meldungen der Beobachtungsresultate durch Absendung von Ordonnanzen, oder telegraphisch, telephonisch, durch Lichtsignale — expediren zu können.

196. Einer besonderen Erörterung werth erscheint die Frage des räumlichen Verhältnisses zwischen Lichtstation und Beobachtungsstation.

Der Zustand größter Vollkommenheit wäre erreicht, wenn dem Vertheidiger eines festen Platzes oder einer Defensivstellung über-

haupt, so viele weittragende Einzellichter zu Gebote stünden, daß er im Stande wäre, das ganze Angriffsfeld dauernd erhellt zu halten und dadurch von vornherein allen Unternehmungen des Gegners den Schutz der Dunkelheit zu entziehen.

Wenn und wo dies zutreffen sollte, mithin „Sicherheitsbeleuchtung mit feststehendem Leuchtfelde" anzuwenden wäre, da hätte der Beobachter selbstverständlich keine Rücksichtnahme auf den Stand des Lichtes nöthig; unter allen ihm zugänglichen Orten würde er denjenigen wählen, der seiner Aufgabe am besten entspräche. Zutreffen wird dieser günstige Zustand höchstens da, wo bestimmte, unumgängliche Annäherungswege zu Lande oder zu Wasser vorgezeichnet sind. Bei freiem, durchweg gangbarem Angriffsfelde wird der Vertheidiger einstweilen zufrieden sein müssen, wenn er nur einige elektrische Lichter besitzt, mit denen er, wie mit guten großen Blendlaternen, das Vorfeld strichweise nach Breite und Tiefe absuchen und erhellen kann.

197. In diesem Falle erscheint es auf den ersten Blick als das Natürlichste, daß der Suchende seine Laterne bei der Hand hat, oder vielmehr — da diese Laterne nicht leichtbeweglich ist — daß er sich in deren unmittelbarer Nähe aufstellt. Der Vortheil des unmittelbaren mündlichen Verkehrs für den schnellen und sicheren Wechsel der Objekte liegt auf der Hand.

Gleichwohl wird diese Stellungnahme des Beobachters aus zwei Gründen abgerathen.

Der eine Grund liegt in der bei den einschlägigen Versuchen gemachten Wahrnehmung, daß der Beobachter von dem nahen Instrumente gelegentlich direkt oder durch Reflex von benachbarten Gegenständen eine Blendung erfährt, die ihn für längere oder kürzere Zeit unfähig macht, scharf in große Ferne zu sehen. Erfahrungsmäßig hat der Beobachter mehr Ruhe und Sammlung, wenn er seinerseits absolut im Dunkeln steht. Daß empfohlen wird, er solle wo möglich tiefer stehen, als das Instrument, hat seinen Grund wohl darin, daß er dann am sichersten in die dunkle Zone untertaucht, die — wie früher bemerkt worden — zwischen Licht und Objekt schon deshalb erhalten werden muß, damit der Gegner kein Urtheil über die Entfernung gewinnen und die Schußwirkung nicht beobachten kann.

Wenn nicht etwa der zweite, sogleich zu erörternde Grund den Beobachter nöthigt, sich *weiter* vom Instrument zu entfernen —

die durch den eben erwogenen ersten Grund bedingte Entfernung wird er so klein wie möglich wählen mögen, um sich den großen Vortheil des mündlichen Verkehrs mit der Bedienung der Lampe zu wahren. Er wird sich also z. B. in die eine Ecke stellen, die eine Traverse mit der Brustwehr macht, wenn das Instrument in der anderen Ecke steht, oder auf die Berme am Fuße der äußeren Brustwehrböschung und dergl.

198. Der zweite Grund gegen die Aufstellung des Beobachters in nächster Nähe des Leuchtinstruments beruht auf der Natur der Lichtbewegung durch den Raum.

Es ist bei einer früheren Gelegenheit daran erinnert worden, daß das Sichtbarwerden nicht selbstleuchtender, sondern nur beleuchteter Körper allein auf dem Lichte beruht, das dieselben reflektiren. Bekanntlich sind die Farben beleuchteter Gegenstände nichts anderes als der Ausdruck für den Procentsatz Licht, den jene reflektiren, während sie den Rest verschlucken. Damit ein Gegenstand sichtbar werde, muß das durch Verschlucken mehr oder weniger reducirte Licht als reflektirtes noch hinlänglich starke Wellen schlagen, um den Sehnerv des Beobachters zu afficiren, nachdem es in die Camera obscura seines Auges eingetreten ist. Man hat also mit dem ganzen Lichtwege: direkt vom leuchtenden Ort zum beleuchteten und reflektirt vom beleuchteten Orte zum Beobachter — zu rechnen. Wenn das Objekt von dem empfangenen Lichte 30 Procent verschluckt, so ist die Wirkung für den Beobachter dieselbe, als wenn jenes vollständig reflektirt, aber nur 70 Procent von der Lichtmenge zugeführt erhalten hätte. Da das reflektirte Licht eine mehr oder weniger bedeutende Verringerung des empfangenen ist, so wird der Beobachter einen nur beleuchteten Gegenstand in mit der Entfernung stärker zunehmenden Abschwächung des Lichteindruckes wahrnehmen, als dies bei einem selbstleuchtenden Objekte der Fall wäre.

Aus diesen optischen Thatsachen wird man folgern müssen, daß der Beobachter doppelten Gewinn hat, wenn seine Entfernung von dem Objekte erheblich geringer ist als die der Lichtquelle von demselben. Einmal ist dann der Gesammtlichtweg — direkt hin, reflektirt zurück — kürzer, zweitens aber ist der Weg des reflektirten und je nach der Farbe des Objektes mehr oder weniger reducirten, also geschwächten Lichtes ein geringerer Theil des Gesammtweges.

haupt, so [illegible] Ergebnisse
er im [illegible], die 1879
halten [illegible] (4000 becs)
Gegners [illegible] militari etc.

We[illegible]
beleucht[illegible] Sichtbarkeit eine
hätte der [illegible]rektiv (Feld-
Stand [illegible]
würde e[illegible]
spräche. [illegible]
bestimm[illegible] Ganzen
Wasser [illegible]
felde [illegible]
er nur [illegible]
großen [illegible]
absuch[illegible] deutlich, daß
[illegible] Beobachter
das [illegible] sich entfernt.
oder [illegible] einerseits wird
er si[illegible] in das beleuchtete
unmi[illegible] und Verhältnisse nicht
Wech[illegible] an das Objekt
[illegible] 4300 m davon ab-
zwei [illegible] ersten und zweiten
[illegible] der dritten Rubrik
gema[illegible]
Instr[illegible] der theoretischen
Gege[illegible] andererseits, daß dieses
kürze[illegible] Bedeutung ist.
Erfah[illegible] die zuletzt gewonnene
wenn [illegible] nur sehr allgemein
wird, [illegible] verzeichnet: „Die Objekte
seinen [illegible] darauf zielen konnte."
Zone [illegible]
Licht [illegible] Gesammtlichtweg; aber auch
Gegne[illegible]
wirkun[illegible] noch die Entfernungen:
W[illegible] Gesammtlichtweg; aber auch
Beobach[illegible]

Nach den letzten Erörterungen wird man keinen großen Werth darauf zu legen haben, daß der näher an das Objekt herangehende Beobachter den Weg des geschwächten reflektirten Lichtes abkürzt, aber der Vortheil wird unleugbar gewonnen, daß sich der Gesammtweg des Lichtes verkürzt.

199. Die angestellten Betrachtungen führen zu folgenden Grundsätzen bezüglich der Lichtleitung:

In allen Fällen, wo dem Beobachter daran gelegen sein muß, das Licht nach seinem Willen zu lenken, wird er in erster Linie anstreben müssen, sich zwar der für ihn selbst hinderlichen Wirkung des Lichtes zu entziehen, sich aber doch in solcher Nähe desselben zu halten, daß er es mit der Stimme — am liebsten direkt; allenfalls aber auch durch einen oder mehrere Zwischenposten — regieren kann. Nur wenn die Deutlichkeit des Sehens nicht anders zu gewinnen ist, wird sich der Beobachter über Sprechweite vom Instrumente entfernen dürfen. In solchem Falle ist zu vermeiden, daß beide Stationen Objekte zwischen sich bekommen, die schnelle und sichere Herstellung der telephonischen Verbindung erschweren oder gar verhindern. Die telephonische Verbindung ist die angemessenste; erst wenn dieselbe nicht herstellbar ist wird zu den Signallaternen gegriffen.

Das elektrische Licht leuchtet am besten, wenn es hoch angebracht ist. Es soll aber auch leicht seinen Standort wechseln können, um sich den Nachstellungen des Feindes zu entziehen. Es wird demnach auf die höchsten Punkte der fortifikatorischen Linien angewiesen sein. Da der Beobachter, wenn er genöthigt ist, dem Objekte sich mehr zu nähern, unabänderlich den Graben zwischen sich und das Licht bringt, so erscheint es gerathen, an geeigneten Punkten — etwa in den Saillants, unter Benutzung der Caponièren-Erddecken, der Poternen u. s. w. — permanente Telephondrähte zu spannen, an welche die Lichtstation auf dem Walle und der Beobachter im gedeckten Wege anschließen können.

200. Für die durch dynamo-elektrische Maschinen zu gewinnende Lichtstärke giebt es kein Maximum und kein Minimum. 1881 in Paris hatte der amerikanische Photo-Elektriker Brush eine „Sonne" von angeblich 150 000 Kerzen Lichtstärke producirt, zu deren Erzeugung er kaum weniger als 75 Pferdestärken gebraucht haben dürfte; ebendaselbst hatten Sautter u. Lemonnier Maschinen für zwei Mann, die etwa nur 1/6 Pferdestärke

leisten und 300 Kerzen Licht liefern. Es liegt weder ein theoretisches noch ein praktisches Hinderniß vor, über diese weit auseinander liegenden Grenzwerthe in beiden Richtungen noch hinaus zu gehen.

In Bezug auf Lichtstärke kann demnach die Dynamo-Maschine für Bogenlicht allen Anforderungen gerecht werden. Sie ist dabei sehr bescheiden in ihren Ansprüchen auf Platz und arbeitet billig. Gleichwohl giebt es Umstände, wo die elektro-chemische Stromerzeugung mittelst galvanischer Batterie der Elektricitäts-Erregung durch mechanische Arbeit vorzuziehen ist. Dieser Fall tritt namentlich da ein, wo (wie oben in No. 162 hervorgehoben) leicht tragbare Lichter von mäßiger Leuchtkraft erforderlich sind. So lange die Accumulatoren aus Bleiplatten bestehen, wird die Benutzung „sekundärer Elemente" oder sogenannter „Polarisations-Batterien", primären galvanischen Batterien gegenüber Vortheil, wenigstens in Bezug auf das mitzuführende Gewicht kaum gewähren.

Das elektrische Licht verspricht namentlich für zwei Kategorien von militärischen Lokalitäten große Vortheile gegenüber anderen Beleuchtungsmethoden: erstens für alle Aufbewahrungsräume feuergefährlicher Gegenstände: Petroleum, Pulver, Munition ꝛc.; zweitens für enge Defensionsräume, namentlich die Panzerthürme, in denen die starken Lufterschütterungen jedes andere frei brennende Licht unmöglich machen.

In beiden Fällen erscheint die Stromerzeugung durch eine Dynamomaschine bedenklich. Für die Räume der ersten Art schon wegen der unvermeidlichen Funken am Kollektor der Maschine. Wenn vollends Jemand aus Unvorsichtigkeit oder aus Spielerei auf das hintere Ende der oberen Bürste drückt und dieselbe dadurch momentan vom Kollektor abhebt, so schießt der unterbrochene Strom in Gestalt einer mächtigen Flamme hervor.

In den Defensionsräumen, zumal in den Panzerthürmen und Batterien, ist der Raum gewöhnlich so beschränkt, daß neben der Bedienungsmannschaft des Geschützes eine Dynamo-Maschine und deren Motor selten Platz haben würde.

Hiermit sind die Fälle bezeichnet, wo die ruhig wirkende, keiner Bedienungsmannschaft bedürfende und kein anderes Feuer als das des wohlgeschützten glühenden Kohlenfadens erzeugende

galvanische Batterie der dynamo-elektrischen Maschine vorzuziehen sein würde, falls es möglich ist, genügend leistungsfähige Batterien von solcher Einrichtung und solchem Gewichte herzustellen, daß sie transportfähig und für einen, höchstens zwei Mann tragbar sind.

201. Am meisten in Gebrauch steht gegenwärtig die sogenannte konstante Zink-Kohlen-Batterie von Bunsen.

Die ursprüngliche Einrichtung derselben ist folgende:

Jedes „Element" besteht aus einem Zinkcylinder, der in einer mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten porösen Thonzelle steht; letztere, von einem Kohlencylinder umgeben, steht in einem mit concentrirter Salpetersäure gefüllten Gefäße.

Die Salpetersäure wirkt durch die entwickelten Dämpfe von Untersalpetersäure sehr unangenehm, ja gesundheitsschädlich und stark oxydirend auf alles Eisen, falls nicht der Aufstellungsort im Freien oder sehr stark ventilirt ist.

Eine sehr zweckmäßige Modification des Bunsen-Elementes stellte Tommasi her: Das äußerste Gefäß bildet hier ein cylindrischer Steinguttopf, in welchem sich, in Form von centimeterdicken Ringen, die man leicht auswechseln kann, das Zink auf einem Gehänge aus Kupferdraht befindet. Die Thonzelle, die in dem äußeren Gefäße steht, enthält die Kohle in Stabform und außerdem ein schlankes cylindrisches Glaßgefäß mit durchlöchertem Boden, in welches (statt der concentrirten Salpetersäure) eine Mischung von zwei Theilen satter wässeriger Natronsalpeterlösung und drei Theilen 45grädiger Schwefelsäure gefüllt wird. Nur allmählig tritt diese Flüssigkeit durch die Bodenöffnungen in die Thonzelle und kommt in Berührung mit der Kohle. Der Zwischenraum zwischen der Thonzelle und dem Steinguttopf wird bis zum Umspülen der Zinkringe mit 40grädiger Schwefelsäure gefüllt.

Die Tommasische Anordnung erleichtert die Instandhaltung der Batterie und vermeidet — allerdings auf Kosten der energischen Stromerzeugung — die unangenehmen nitrosen Dämpfe; es geben rund 100 Tommasi-, den Effekt von 60 Bunsen-Elementen.

202. In Fällen, wo es nicht gefordert wird, das Licht und mithin eine gewisse Stromstärke längere Zeit hindurch konstant zu erhalten, dürften die (ebenfalls von Bunsen zuerst konstruirten) sogenannten „Chromsäure-Batterien" ausreichen.

Bei diesen ist die Salpetersäure durch eine Flüssigkeit ersetzt,

die auf 100 bis 150 Gewichtstheile Waſſer 12 Gewichtstheile doppelt chromſaures Kali und 25 Gewichtstheile Schwefelſäurehydrat enthält.*)

Die Chromſäure greift das Zink nicht ſtärker an, als dies die verdünnte Schwefelſäure thut; es iſt demzufolge nicht mehr nöthig, die nur zum Schutze des Zinks dienende trennende Thonzelle anzuwenden, und die Zuſammenſetzung der Elemente iſt erheblich vereinfacht.

203. In dem ſogenannten Flaſchen- (Tauch-) Element iſt bereits eine Form gefunden, die inſofern der vorliegenden Aufgabe zu ſtatten kommt, als ſie ziemlich ſorgloſen Transport ohne Gefahr des Verſchüttens der ſauren Flüſſigkeit geſtattet.

Die Einrichtung iſt folgende:

Die Flüſſigkeit befindet ſich in einer dickbauchigen Flaſche mit langem cylindriſchen Halſe. Letzterer iſt oben mit einem feſten Meſſingring umgeben und — mittelſt Bajonnet-Verſchluß — durch eine Platte faſt waſſerdicht zu verſchließen. An der Unterfläche der Verſchluß-Platte, alſo nach Herſtellung des Verſchluſſes in den Flaſchenhals hineinragend und in die Flüſſigkeit tauchend, ſind zwei Kohlenſtäbe oder ſchmale Platten ſo befeſtigt, daß ſie in leitender Verbindung mit der auf der oberen Deckelfläche befindlichen Draht-Klemme ſtehen. Die Zinkplatte ſteckt zwiſchen den beiden Kohlenplatten, iſt aber nicht an dem Deckel, ſondern an einem Draht befeſtigt, der ſeinerſeits mit ſo viel Reibung durch den Deckel geht, daß er in jeder beliebigen Stellung feſtſteht. Eine zweite Drahtklemme communicirt mit dem Zink-Element, und ein dritter Knopf dient dazu, den Draht, an dem der Zinkſtab ſitzt, auf und nieder zu ſchieben. Thut man Erſteres, ſo hebt man das Zink aus der Flüſſigkeit heraus und entzieht es deren zerſetzender Wirkung; thut man das Zweite, ſo taucht man es ein, und die Stromerregung kommt in Gang.

Nach dieſem Vorgange wird dieſe Form auch „Tauch-Element“ genannt.

---

*) Das neueſte Recept lautet: Pro Element 155 g doppelt chromſaures Kali, 157 cbcm Schwefelſäure auf 1512 cbcm Waſſer. Dieſes Element ſoll an elektromotoriſcher Kraft das 2,3fache des Daniellſchen entwickeln, alſo etwa 2,4 Volts.

204. Es giebt bereits einzelne Glühlicht-Lampen, die ihren Strom aus einer Batterie beziehen, z. B. eine von Paterſon in London konſtruirte, die, zunächſt für die Dunkelkammer der Photographen beſtimmt, ſich leicht auch für die hier in Betracht kommenden Kriegsräumlichkeiten einrichten ließe. Bei derſelben befinden ſich fünf Chromſäure-Elemente in einem parallelepipediſchen Kaſten von etwa 50 cm Länge, der mittelſt metallner Handgriffe an den Stirnſeiten bequem getragen werden kann. Mitten auf dem Klappdeckel des Kaſtens ſteht die Glühlichtlampe, die jedenfalls ſo eingerichtet ſein wird, daß ſie nur einfach aufgeſchraubt zu werden braucht, um die leitende Verbindung mit den Batterie-Polen herzuſtellen.

Ihrer ſpeciellen Beſtimmung entſprechend iſt der Glaskolben, der die Kohlenfaſer enthält, aus rothem Glaſe. Für unſere Zwecke müßte das Glas natürlich weiß ſein. Zweckmäßig wäre ferner die von Crompton bei einer für Bergwerksbetrieb konſtruirten Sicherheitslampe angewendete Schutzmaßregel einer zweiten Glocke von weißem ſtärkeren Glaſe; der Zwiſchenraum zwiſchen beiden Gläſern wird mit Waſſer gefüllt. Es iſt nicht wahrſcheinlich, daß, wenn die äußere Glasglocke zerbricht, der innere ſchwächere Kolben widerſtehen ſollte; zerbricht dieſer aber gleichfalls, ſo muß der glühende Kohlenbügel ſofort durch das Waſſer gelöſcht werden.

205. In einem großen Pariſer Geld-Inſtitute (Comtoir d'escompte) iſt aus feuerpolizeilichen Gründen in ſehr bedeutendem Umfange elektriſche Beleuchtung, die ihren Strom aus Chromſäure-Batterien empfängt, gewählt und augenblicklich zum Theil bereits verwirklicht.

Es ſollen daſelbſt 100 Glühlichtlampen und 50 Bogenlichter (jedes etwa gleich 10 Glühlichtern lichtſtark) brennen.

Es ſind dazu 60 Batterien beſtimmt, deren jede aus 48 Zink-Kohle-Elementen beſteht. Die angewendete Flüſſigkeit enthält in einem Kubikmeter 75 kg doppeltchromſaures Natron (billiger als Kali) und 150 kg Schwefelſäure.

Da eine Batterie von 48 Elementen 8 bis 10 Swanlampen bedient, ſo wird die Folgerung gerechtfertigt ſein, daß man eine Swan- oder Ediſonlampe (wenn auch nur das kleinſte Kaliber von 8 Kerzen Lichtſtärke) mit 6 Elementen wird unterhalten können.

[illegible] der oben beſchriebenen Art
[illegible] gearbeiteten Holzkaſten
[illegible] demnach bequem von zwei Mann ge-
[illegible] des tragbaren elektriſchen
[illegible] kann demnach ebenfalls
[illegible] auch in dieſer Richtung
[illegible] noch am meiſten zu wünſchen

Kleine Mittheilungen.

1.

Oesterreichisches Eisenbahn- und Telegraphen-Regiment.

Die folgenden Angaben sind der „Bedette" entnommen.

Für den militärischen Eisenbahn-Dienstbetrieb bestanden bisher in Oesterreich-Ungarn nur kleinere „Feld-Eisenbahn-Abtheilungen", welche sich aus einer Civil-Abtheilung und einem Militär-Detachement zusammensetzten. Im Frieden umfaßten dieselben 10 Offiziere und 345 Mann der Genie- und Pioniertruppe, welche derzeit insgesammt in Bosnien beschäftigt sind. Feld-Telegraphen-Abtheilungen gab es im Frieden überhaupt nicht; nur im Occupationsgebiete wurden sie im Bedarfsfalle für die vom Militär in Betrieb genommenen Linien errichtet.

Das neue Feldeisenbahn- und Telegraphen-Regiment wird, wie dies schon die Benennung dieser Truppe anzeigt, beide Dienstzweige in den Bereich seiner praktischen Wirksamkeit ziehen. Den Grundstamm des Regiments werden 8 von der Genietruppe abzutrennende Reservekompagnien bilden (499 Mann), zu welchen ein Pionier-Detachement von 56 Mann, sowie die jetzt schon im Occupationsgebiete bestehenden Feldeisenbahn-Abtheilungen hinzutreten. Im Ganzen wird das Regiment zwei Bataillone zu je vier Compagnien zählen und folgenden Friedensstand haben: 1 Oberst, 1 Oberstlieutenant, 1 Major, 8 Hauptleute, 13 Oberlieutenants, 18 Lieutenants, 1 Oberlieutenant-Rechnungsführer, 8 Cadet-Offiziersstellvertreter, 8 Feldwebel, 9 Rechnungs-Unteroffiziere, 33 Zugsführer, 1 Stabsführer, 1 Büchsenmacher, 68 Corporale, 48 Gefreite, 8 Hornisten, 620 Soldaten und 43 Offiziersdiener; zusammen 890 Mann. Hiervon wird ein

Bataillon in der Stärke von 18 Offizieren und 414 Mann im Occupationsgebiete vertheilt werden, um auf der Militärbahn Doberlein-Banjaluka und der schmalspurigen Bahn Bosnisch-Brood-Sarajewo Dienste zu leisten und im Bedarfsfalle die Feldtelegraphen-Linien in Betrieb zu setzen und zu erhalten. Das andere Bataillon und der Regimentsstab verbleiben in der Monarchie.

Die Compagnien dieses Bataillons können gegebenen Falls vom Kriegsministerium auch zur Dienstleistung bei Staats- und Privat-Eisenbahnen commandirt werden. In diesem Falle haben die Bahnverwaltungen die Werkzeuge und Requisiten für den Oberbau selbst zu liefern. Das Minenzeug, die Sprengmittel (Dynamit und lediges Pulver) sowie die Zündmittel, die Chatouillen-Feldschmiede, die Erd- und Holzwerkzeuge ꝛc. sind gegen entsprechende Vergütung an den Militärfiscus aus den Vorräthen der Compagnien zu entnehmen. Jedes Bataillon unterhält ständig eine Telegraphen[illegible]schule. Die für den Kriegsfall giltige Eintheilung des Netzes in [illegible] Feldtelegraphen erster Linie (zur Verbindung des Armee-Ober[illegible]-commandos, der Armeecommanden und der Corpscommanden[illegible], dann in solche zweiter Linie (zur Verbindung der Armeecommande[illegible]n mit den Armee-Generalcommanden und Reserve-Anstalten zweite[illegible]r Linie, sowie zum Anschluß an den stabilen Telegraphen), und i[illegible]n Reserve-Telegraphen (zur Ergänzung des stabilen Netzes im Bereich[illegible]e der operirenden Armee und zum Anschlusse desselben an den Feld[illegible]-telegraphen erster und zweiter Linie) wird durch die neuen organischen[illegible]n Bestimmungen nicht berührt. In dienstlicher Beziehung wird da[illegible]s Commando des Eisenbahn- und Telegraphen-Regiments unmittelba[illegible]r dem Generalstabschef der bewaffneten Macht untergeordnet sein[illegible], was bisher bloß hinsichtlich des Pionier-Regiments der Fall war[illegible], während die Genie-Truppe der General-Inspection des Ingenieur[illegible]-corps unterstellt ist.

Literatur.

1.

Mittheilungen des k. k. Militärgeographischen Instituts Herausgegeben auf Befehl des k. k. Reichs-Kriegsministeriums. II. Band 1882. Wien, Selbstverlag des Instituts. Bezugsquelle: R. Lechners Hof- und Universitäts-Buchhandlung, Graben 31.

Unsere Zeitschrift hat bei dem ersten Auftreten dieser literarischen Kundgebung der genannten Anstalt auf dieselbe als eine sehr beachtenswerthe aufmerksam gemacht. „Petermanns Mittheilungen", Autorität ersten Ranges im Gebiete des Kartenwesens, der Erd- und Völkerbeschreibung, haben anerkannt, daß kaum eine andere Anstalt für die Fortbildung der Kartographie in allen ihren technischen Zweigen so Hervorragendes geleistet habe und fortgesetzt leiste als die in Rede stehende Wiener. Der kürzlich veröffentlichte 2. Band „Mittheilungen" enthält zunächst den Jahresbericht (1. 5. 81 bis Ende April 1882).

Wenn derselbe zum großen Theile nur für den Specialisten sachlich und für den Oesterreicher patriotisch Interessirendes enthält, so wird doch jeder andere, den einschlägigen Arbeiten mehr oder weniger Nahestehende, beim Durchlesen dieses Jahresberichtes Belehrendes und Unterhaltendes genug finden.

Da lesen wir z. B., daß eine Triangulirungs-Abtheilung Ende Juli aus Ungarn nach Salzburg und Tyrol übersiedelt. Hier gilt es Signale auf Hochpunkten zu errichten, die meistens

Bataillon [illegible] Gletscher hinweg auf
Occupati [illegible] Einzelne, Officiere wie
Doberlei [illegible] ausdauernder Alpen-
Sarajev [illegible] Gewittern überrascht,
Linien [illegible] Kehl entlegene Sennhütten
und d [illegible] Pyramiden errichtet waren,
[illegible] Moment günstiger Witterung
vom [illegible] Instrumenten-Standortes längeren
Priv [illegible] Punkten konnte er eine der
die [illegible] Schutzhütten benutzen, bei anderen
Ob [illegible]
(D [illegible] des Groß-Venediger z. B.
Fe [illegible] „Prager Hütte" Unterkunft, die
V [illegible] Weg zwischen beiden Punkten
zu [illegible] lange der Schnee fest ist, die
[illegible] nimmt dann nur reichlich
[illegible] Sommer 1881 fiel aber häufig
[illegible] bei warmem Südwest so weich
[illegible] an die Kniee, oft bis über die
[illegible] Umständen nahm der Weg von der
[illegible] sechs Stunden angestrengten
[illegible] höchsten Höhe wehte dann wohl
[illegible] stand mehrere Grade unter
[illegible] nun mit dem Theodoliten höchst
[illegible]

[illegible] fanden sieben andere Triangu-
[illegible] unwirthlichen, wegearmen „Occupa-
[illegible] im Widerspruch mit der eben
[illegible] Bezeichnung eines Besitzverhältnisses
[illegible] — die auf Dauer zielende Arbeit der
[illegible] betrieben wird.

[illegible] Erfahrung kann dort eine Abtheilung
[illegible] als Handlanger und nach Bedarf in
[illegible]) in einem Sommer 120 bis 150
[illegible] mit Signalen versehen und trigonometrisch
[illegible] (die militärische in $^1/_{25000}$ und die
[illegible] im Landes-Kultur- und finanz-
[illegible] $^1/_{12500}$) des ganzen Occupationsgebietes
[illegible] von rund 2500 Punkten.

Die topographiſche Arbeit — Meßtiſchaufnahme mit Höhenbeſtimmung — folgt der Triangulation auf dem Fuße.

Das zweite Hauptſtück der „Mittheilungen“ behandelt ältere und neuere Reproductionsverfahren der Kartographie, unter beſonderer Berückſichtigung der kartographiſchen Ausſtellung, die 1881, bei Gelegenheit des dritten internationalen geographiſchen Kongreſſes, in Venedig ſtattgefunden hat.

Mit Vorliebe, gutem Erfolge und in hoher Vollkommenheit wird im Wiener militäriſch-geographiſchen Inſtitut die Heliogravüre betrieben.

Dieſes Wort — eine etwas barbariſche Legirung von Griechiſch und Franzöſiſch — bezeichnet zwei von den mehreren Hauptakten eines Vervielfältigungsverfahrens, dem, ſeiner Eigenart entſprechend, ein eigener unterſcheidender Name beigelegt werden ſollte.

Das Verfahren beginnt mit der photographiſchen Aufnahme der Originalzeichnung, wodurch ſich die Herbeiziehung von „Helios“ rechtfertigt; es endet mit dem Abdruck von einer Kupferplatte, die das Ausſehen einer vom Kupferſtecher oder Graveur gelieferten hat.

Zwiſchen „Helios“ und „Gravüre“ müſſen aber noch die wichtigſten, die am meiſten modernen techniſchen Akte vor ſich gehen.

Der photographiſche Apparat liefert, wie bei anderen derartigen Aufnahmen ein Negativ auf einer — hier mit Chlor-Jod-Collodion präparirten — Glasplatte.

Das durch „Aufnahme“, „Fixiren“ und „Verſtärken“ fertig hergeſtellte Negativ zeigt auf dem dunkelen „Planium“ oder Grunde in glashellen Linien das genaue Abbild des Originals.

Von dem Negativ auf der Glasplatte zweigen ſich verſchiedene Wege ab, auf denen man zu einer Vielheit von Copien des Originals gelangt. Am einfachſten, aber nur eine beſchränkte Zahl von Copien liefernd, iſt das gewöhnliche Verfahren des Porträts aufnehmenden Photographen (Silber-Copirproceß und Pigmentdruck oder Kohlephotographie). Andere Wege ſchlägt die Photolithographie und Photozinkographie ein. Im Allgemeinen folgt dieſer letzteren Richtung auch die Heliogravüre; in der ſpeciellen techniſchen Behandlung hat ſie jedoch ihren eigenen Weg, der hier kurz charakteriſirt werden ſoll.

Ein Blatt ſtarken gut geleimten Papiers erhält, auf einer genau horizontalen Glasplatte flach aufliegend, einen Ueberzug

von Gelatine und Ruß, der mit doppelt-chromsaurem Kali behandelt und dadurch lichtempfindlich wird. Ein so vorbereitetes Blatt wird unter das Negativ in den Copirrahmen gebracht und dem Lichte ausgesetzt. Letzteres kann nur durch die collodiumfreien Stellen des Negativs auf die Gelatinplatte wirken, im Ganzen also genau allen Strichen entsprechend, aus denen die Zeichnung besteht, die vervielfältigt werden soll. Die Folge der Lichtwirkung ist, daß die Gelatine gegen Wasser widerstandsfähig wird; sie quillt im kalten nicht, löst sich im warmen nicht auf.

Angemessene Behandlung der auf eine versilberte Kupferplatte übertragenen Gelatineplatte mit kalten und warmen Bädern gestattet bald die Beseitigung des Papiers, auf welches die Gelatineschicht gestrichen war und schwemmt nach und nach die unbelichtet gewesene Gelatine hinweg. Schließlich erscheint auf weißem Grunde in tiefschwarzen Strichen ein genaues Abbild der Originalzeichnung. Die Striche haben aber eine merkliche Dicke, sind kleine Dämme von harter Gelatine, so hoch wie die Gelatineschicht dick gewesen ist.

Nachdem diese Reliefstrichzeichnung völlig getrocknet ist, erhält sie durch mechanisches Auftragen einen dünnen Ueberzug von Graphit, der sie elektrischleitend macht und liefert dann im galvanoplastischen Trogapparate die Kupferplatte mit vertiefter Zeichnung, die in Druckfähigkeit einer vom Graveur hergestellten vollkommen gleichwerthig ist.

Für Kartenwerke von dauerndem Werthe, die jedoch von Zeit zu Zeit bei Neuausgaben durch Nachträge und Abänderungen „evident", d. h. in der Uebereinstimmung mit der Wirklichkeit, erhalten werden müssen, giebt es kein entsprechenderes Verfahren als den Kupferdruck, denn auf der Kupferplatte läßt sich Falschgewordenes zuhämmern und Neuhinzugekommenes nachschneiden; von jeder korrigirten Platte läßt sich galvanoplastisch eine Hoch- und von dieser wieder eine Tiefplatte zum Neudruck gewinnen. Die Heliogravüre arbeitet mindestens doppelt so schnell und doppelt so billig, als es dem Kupferstecher möglich ist. Dazu kommt noch ein artistischer Vortheil. Die Schönheit des Abdrucks hängt in dem einen Falle vom Kupferstecher, im anderen vom Zeichner des Originalblattes ab; es wird aber wohl immer leichter sein, zur Erledigung einer bestimmten Aufgabe in bestimmter Frist die erforderliche Anzahl guter Zeichner zu beschaffen, als die doppelte Zahl entsprechend guter Kupferstecher.

Die im Wiener Institut angewendete Methode der Heliogravirung ist 1869 vom gegenwärtigen Leiter der photo- und photochemi-graphischen Abtheilung, E. Mariot, eingeführt.

Dieselbe Methode ist in Rußland und Schweden angenommen. Das italienische militär-topographische Institut wendet die Heliogravüre mit einer von General Avet angegebene Modifikation an, die darin besteht, daß das Gelatine-Relief unmittelbar auf der Collodium-Seite des Negativs hergestellt wird. Dies ist unverkennbar eine merkliche Vereinfachung und Kostenverringerung, führt aber zu einem flacheren Relief, einer seichteren Druckplatte und weniger scharfen Abdrücken. Ueberdies liefert das Negativ hier nur eine Copie; falls das Glas im galvanoplastischen Troge springt, muß sogar das Negativ neu beschafft werden. Dadurch ist der ökonomische Vortheil sehr abgeschwächt, wenn nicht gar in das Gegentheil verkehrt.

Die geographisch-statistische Abtheilung des preußischen Generalstabes hat die Heliogravüre bis jetzt nur zur Herstellung der Karte von Elsaß-Lothringen und der neu angefertigten Blätter der Reymannschen Karte angewendet. Zwei Platten für die letztere hat die Abtheilung in dem Wiener Institut anfertigen lassen; im Uebrigen betreibt die Reichsdruckerei in ihrem photographischen Atelier das Heliogravüre-Verfahren und zwar — nach Angabe unseres Gewährsmannes — in der Avetschen Manier. Was der Bezeichnete in Venedig gesehen — von zwei Sektionen die fünf Stadien: Originalzeichnung in $^1/_{50000}$; das Glasnegativ auf $^1/_{50000}$ reducirt mit dem darauf entwickelten Gelatine-Relief; die galvanoplastisch erzeugte Kupfer-Druckplatte; ein Probedruck — hat ihn in der Bevorzugung des Wiener Verfahrens — das Gelatine-Relief auf versilberter Kupferplatte — durchaus bestärkt.

Das dritte Hauptstück der „Mittheilungen" berichtet von Untersuchungen über die Schwere im Innern der Erde durch Beobachtungen der Dauer der Schwingungen desselben Pendels auf der Oberfläche und in großer Tiefe. Ausgeführt sind diese überaus mühsamen, subtilen und rechnungsbedürftigen Untersuchungen durch den damaligen Hauptmann, jetzigen Major Daublebsky v. Sterneck, den Leiter der Sternwarte des militärgeographischen Instituts in dem 1000 m tiefen Adalbertschacht des großen Silberbergwerkes im Birkenberge bei Příbram (ungefähr

zwei Seitenthälern des

benutzten Zeitmeſſer durch

des benutzten phyſiſchen

Schwingungsdauer

Reduction der beobachteten

Amplitüden (Weite des

für oberflächliche Beobachtung

Raum, auf die Temperatur

— dieſe wenigen Stichworte

Fülle von Arbeit, die aufgewendet

— drei Zahlen zu erhalten, die

Form darſtellen: Eine Pendel-

geht, eilt täglich 2,4 Sekunden

bezw. 2,3 Sekunden, wenn ſie ſich

Teufe" des Bergmannes) befindet.

Sekunde kann am Ende auch noch als

Reductionen und Mittelwerths-Beſtimmun-

werden. Major v. Sterneck hat

beſtätigt gefunden, daß im Inneren

mehr das Geſetz herrſcht, wie über der

Gravitation, die Anziehung der Erd-

wirkt die Anziehung der über dem

Erdmaſſe entgegengeſetzt an-

punkt des Major v. Sterneck (1000 m

nur um etwa den 6400. Theil des Erd-

fläche, bedeutet alſo ungefähr ſo viel

Nadelſtich in einen Ball von 12 m Durch-

Ahn, von dem, was auf dem Grunde

werden iſt, auf das Gravitationsgeſetz

eren des Erdballes regiert. Wenn aber

gelung tieferen Eindringens — aus

werden ſoll und darf, ſo gelangen

der Erde für jeden Punkt die

der Centripetal-, der Centrifugal-

Wirkung der oberhalb des Punktes

Massen gleich iſt.

Major v. Sterneck hat die Schwingungszeiten desſelben Pendels an drei Punkten beobachtet, die drei verſchiedenen Entfernungen vom Erdmittelpunkte entſprachen, aber Punkte *desſelben* Erdradius waren. Wie hätten ſich die Schwingungszeiten des Verſuchspendels herausgeſtellt, wenn der verminderte Abſtand vom Erdmittelpunkte nicht durch Eindringen in das *Erdinnere*, ſondern durch Verſetzen des Pendels in die entſprechende höhere geographiſche *Breite* erreicht worden wäre? Unſeres Erachtens wäre dieſe Unterſuchung eine intereſſante Folgerung, Ergänzung und Erläuterung der in Příbram gewonnenen Reſultate geweſen.

Die nachſtehenden Angaben machen keinen Anſpruch auf große Genauigkeit, ſie ſollen nur andeuten, wie man die bezeichnete ergänzende Unterſuchung führen kann.

Der Abſtand des Meeresſpiegels vom Erdmittelpunkt beträgt — auf Ganze abgerundet — am Aequator 6 377 398 m, am Pol 6 366 619 m; auf die 90 Breitengrade beträgt demnach die Abſtandsverringerung 6 377 398 — 6 366 619 = 21 318 m. Man kann daher für den Breitengrad φ den Abſtand des Meeresſpiegels vom Erdmittelpunkte ſetzen $= 6\,377\,398 - \frac{\varphi}{90} \times 21318$.

Da der Beobachtungsſchacht bei Příbram rund unter 50° nördlicher Breite liegt, hat der Seehorizont hier $6\,377\,398 - \frac{5}{9} \times 21\,318 = 6\,365\,554$ m Abſtand vom Erdcentrum.

Die drei Pendelſtationen hatten die Seehöhen + 509; −6,9; − 463,4. Die Mittelpunktsabſtände betrugen demnach:

für den höchſten Beobachtungsort $O = 6365554 + 509 = 6366063$ m
„ „ mittleren „ $M = 6365554 - 7 = 6365547$ m
„ „ tiefſten „ $U = 6365554 - 463 = 6363091$ m

Dieſelben Mittelpunktsabſtände hat der Meeresſpiegel unter den Breitengraden:

$$O_1 = \frac{6\,377\,398 - 6\,366\,063}{21\,318} \times 90 = 47° \; 51'$$

$$M_1 = \frac{6\,377\,398 - 6\,365\,547}{21\,318} \times 90 = 50° \; 4'$$

$$U_1 = \frac{6\,377\,398 - 6\,363\,091}{21\,318} \times 90 = 60° \; 24'$$

60 km südwestlich von Prag, zwischen zw[illegible]nigung Moldauzuflusses Beraun).

Prüfung und Berichtigung der bem[illegible] Daher ist astronomische Beobachtung; Ueberſetzen des [illegible] für 60° 24' Pendels in ein mathematiſches; Ermittelung aus ſtundenlangen Beobachtungen; Redu[illegible] zwei Durch-Schwingungszeit: auf unendlich kleine A[illegible]del: Pendelausſchlages, der bekanntlich nur für o[illegible] tautochroniſch iſt); auf den luftleeren Raum [illegible] $+\left(\frac{1}{4}\right)^2\left(\sin\frac{\alpha}{2}\right)^4+\ldots$ ± 0; endlich wegen Luftfeuchtigkeit — die [illegible] charakteriſiren einigermaßen die Fülle von [illegible]), g die dem werden mußte, um als Reſultat — drei [illegible] halben Ausſich am anſchaulichſten in folgender Form [illegible] der Lothrechten) uhr, die an der Oberfläche richtig geht, [illegible] Amplitüde von vor, wenn ſie ſich 500 m, bezw. 2,3 [illegible] Werth von $^1/_{200000}$, 1000 m unter Tage („ſeigere Teufe" d[illegible]end genau Die Differenz von 0,1 Sekunde kann eine aus den zahlreichen Reductionen und gen hervorgegangene angeſehen werden. durch ſeine Pendelbeobachtungen beſtätigt [illegible] Verſuchspendels der Erde durchaus nicht mehr das G[illegible] Abſtand vom Erd-Erde. Hier wirkt nur die Gravitat[illegible] Breite, woſelbſt, maſſe von unten her; dort wirkt [illegible] An jenem Punkte Beobachtungsorte befindlichen Erdn[illegible]den; es iſt dem-ziehend.

Der tiefſte Beobachtungspunkt unter Tage) lag freilich nur um e[illegible] halbmeſſers unter der Oberfläche, [illegible]0,24931 m. wie ein millimetertiefer Nadelſtich in [illegible]liche Schwingungszeit meſſer; es iſt daher etwas kühn, v[illegible] kommt; es iſt dieſes Nadelſtichs beobachtet worde[illegible] $x = 0{,}50083269$ zu ſchließen, das im Inneren des [illegible] doch — vorläufig in Ermangelung [illegible] $x = 0{,}50061278$ jener Beobachtung gefolgert werd[illegible] wir zu der Annahme:

daß im Innern der [illegible] Reſultirende aus der G[illegible] kraft und der Wirkun[illegible] befindlichen Maſſen g

[redacted] sind die Ergebnisse übersichtlich zusammengestellt:

Erdmittelpunkte		Schwingungszeiten		Anzahl der Schwingungen in einem Tage		Voreilen einer Uhr in Sekunden	
Seehöhe	B Entsprechend dem Meeresspiegel in der geogr. Breite	Beobachtet ad A.	Berechnet ad B.	ad A.	ad B.	ad A.	ad B.
+509	$O_1 = 47° 51'$	0,5008550	0,5008550	172 505,0	172 505,0	0,0	0,0
− 7	$M_1 = 50° 4'$	8410	8327	172 509,8	172 512,7	2,4	3,86
−463	$U_1 = 60° 24,$	8415	6128	172 509,6	172 588,5	2,3	41,8

[redacted]ken enthalten unter A die der Arbeit des Major [redacted]ntnommenen Zahlenwerthe; unter B dagegen die Be[redacted]r entsprechenden Werthe für den Fall, daß mit dem [redacted]igen Breiten aufgesucht worden wären, in denen der [redacted]l gleichabständig vom Erdcentrum ist, wie die Beob[redacted] im Schacht bei Přibram.

[redacted]leisten merklich wird der die Schwere schwächende Ein[redacted] letzten Rubrik: dieselbe Uhr, die auf der Schachtsohle [redacted]voreilen von täglich 2,3 Sekunden zeigte, würde unter [redacted]reite 41,8 Sekunden voreilen, wenn sie dort in der [redacted] Meeresspiegels aufgehängt würde, wo keine Erdmasse [redacted]äre.

[redacted], Astronom an der Sternwarte von Greenwich, hat in [redacted]m tiefen Schachte eines Kohlenbergwerkes in Cornwall [redacted]len der Uhr auf 2,25 Sekunden bestimmt, ein dem [redacted]en sehr nahe kommendes Resultat.

[redacted]r v. Sterneck hofft, seine Beobachtungen mit verbesserten [redacted] und Methoden nächstens wiederholen zu können.

2.

[redacted]geschichtliche Einzelschriften. Herausgegeben vom [redacted]lichen großen Generalstabe, Abtheilung für Kriegsgeschichte. [redacted], E. S. Mittler u. Sohn. 1883 u. ff.

[redacted] wird beabsichtigt, jährlich etwa 3 Hefte mäßigen Umfanges [redacted]zwangloser Folge erscheinen zu lassen; 6 Hefte sollen einen [redacted]ilden; bei Vorausverpflichtung zur Abnahme eines Bandes

[illegible] Heftes, je nach dessen Umfang, nur 2 bis [illegible] Hefte werden theurer sein.

[illegible] Veröffentlichungen zunächst in Aussicht [illegible]

[illegible] Detachements v. Boltenstern im Loir- [illegible] Dezember 1870.

[illegible] für Moselle am 22. Januar 1871.

[illegible] Division in der Sologne vom 6. bis [illegible]

[illegible] in der Schlacht von Loigny-Poupry.

[illegible] die Festung Langres im Verlauf des [illegible] ausgeübt hat.

[illegible] Bewegungen im Jahre 1805.

[illegible] Wienskowski vom 1. Bataillon Garde [illegible] Vorbereitungen von 1805.

[illegible] in seiner großen Katastrophe (1806).

[illegible] des Generals v. Clausewitz.

[illegible] Bayern vom Jahre 1809.

[illegible] Regimenter zur Zeit des siebenjährigen [illegible]?

[illegible] v. Fink.

[illegible], auf so vorzüglichem geschichtlichen [illegible] wie es das Archiv des großen General- [illegible] für den Geschichtsforscher überhaupt, [illegible] besondere mannigfaltige und ausgiebige [illegible] sehr werthvolle Ergänzung der großen [illegible] bilden, die, wie eingehend und gründlich [illegible] der Uebersichtlichkeit des Gesammtbildes [illegible] dürfen.

II.

Zur Wahrſcheinlichkeitslehre in ihrem Verhältniſſe zur Balliſtik

von

K. Endres,

Premierlieutenant à la suite des k. b. 2. Feldartillerie-Regiments.

Die Geſetze, welche die Natur beherrſchen, erſchließen ſich nicht unmittelbar als ſolche unſerer Erkenntniß. Unſeren Sinnen ſtellen ſich nur einzelne Beobachtungen dar, aus deren unter gleichen Bedingungen wiederkehrender Regelmäßigkeit wir das ſie zuſammenfaſſende Geſetz erkennen und zwar nach dem principe de la raison suffisante, wie Laplace (théorie analytique des probabilités) und Leibnitz (principia philosophiae § 32) dieſe Grundform des menſchlichen Erkennens benennen.

Die Sinne nun geben uns auch die Erſcheinungen nicht als ein Abſolutes, ſondern nur als Spiegelbild ihrer eigenen (der Sinne) Beſchaffenheit, mithin variabel je nach dem eigenen Zuſtande. Was von den Sinnen hier als geltend aufgeſtellt wird, kann ohne weitere Deduktion auch auf jene Inſtrumente übertragen werden, welche den Zweck haben, die Funktionen der Sinne zu verſchärfen, einerſeits aber weder den natürlichen Zuſtand derſelben verändern, noch andererſeits jenen Grad der Vollkommenheit erreichen, welcher den abſolut gleichmäßigen Gang ihres Mechanismus gewährleiſten könnte.

Die Erſcheinungen werden ſomit nicht nur räumlich, d. h. in verſchiedenen Individuen, ſondern auch zeitlich, d. h. in den gleichen Individuen zu verſchiedenen Zeiten verſchieden erfaßt werden. Die Gründe hiervon ſind oben angeführt und nur eine Erweiterung des Gaußſchen Satzes: Telles sont les erreurs, qui naissent de l'imperfection de nos organes . . . (théorie de la combinaison des observations).

Die Abweichungen der verschiedenen Beobachtungsresultate von dem Normalresultate, welches wir aus irgend welchem Grunde für das richtige halten, heißen Beobachtungsfehler. Einen Theil dieser Fehler können wir voraussehen und unmittelbar in Rechnung setzen. Es sind das diejenigen, welche aus einer uns dem Grade der Intensität ihrer Wirkung nach bekannten Ursache in constanter Weise resultiren. Ihre Elimination unterliegt schon dem Begriffe nach nicht dem Wahrscheinlichkeitscalcul, dessen Voraussetzung ja die Unkenntniß eines zwingenden Gesetzes in der Gestaltung des Resultates ist, und welcher eben deshalb seine eigenen Gesetze subsidiär zur Geltung bringt.

Wir werden uns im Folgenden deshalb nur mit jenen Fehlern beschäftigen, deren Quellen uns zwar im Allgemeinen bekannt sind, welche aber mit ganz gleicher Wahrscheinlichkeit positiv oder negativ dem Normalresultat gegenüber erscheinen können und deshalb als zufällige bezeichnet werden können.

Die Wahrscheinlichkeit, bei einer Beobachtung einen Fehler von der Größe Δ zu machen, erscheint als Funktion der Größe Δ; denn es ist augenscheinlich, daß bei anzunehmender großer Sorgfalt kleinere Fehler häufiger erscheinen werden als größere. Die allgemeinste Form dieser Funktion ist

$$W = \varphi(\Delta)$$

Einige Eigenschaften dieser unbekannten Funktion können sofort angegeben werden:

1) Die Wahrscheinlichkeit, einen Fehler von einer bestimmten Größe zu machen, ist offenbar unendlich klein, da unendlich viele mögliche Fälle vorliegen. Unsere Funktion nimmt mithin die Form an:

$$W = \varphi(\Delta)\,\mathrm{d}\,\Delta$$

2) Die Funktion ist eine discontinuirliche, sie wird 0 für alle Werthe von Δ, welche nicht innerhalb der Grenzen der größtmöglichen Fehler liegen.

3) Für jeden Werth innerhalb dieser Grenzen wird die Funktion positiv.

4) Gleiche Fehler mit verschiedenen Zeichen haben gleiche Wahrscheinlichkeit, mithin $\varphi(\Delta) = \varphi(-\Delta)$

5) Die Funktion wird ein Maximum für $\Delta = 0$.

Diese Fälle sind unmittelbare Konsequenzen, theils des Begriffes Wahrscheinlichkeit (. . . qui n'est ainsi, qu' une fraction,

dont le numérateur est le nombre des cas favorables, et dont le dénominateur est le nombre de tous les cas possibles (Laplace), theils des Begriffes zufälliger Fehler, wie er oben aufgeſtellt wurde.

Die nähere Beſtimmung der Funktion geſchieht nun auf ſolche Weiſe, daß das Prinzip des arithmetiſchen Mittels als Axiom aufgeſtellt und daraus weitere Conſequenzen gezogen werden. Dieſe Entwickelung ſelbſt fällt nicht in den Bereich unſerer Aufgabe. Als Schlußreſultat derſelben erſcheint die Wahrſcheinlichkeitsfunktion in der Form:

$$W = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta$$

Ueber die Entwickelung ſelbſt ſind zu vergleichen:

Laplace, théorie analytique etc., chap. IV. de la probabilité etc. Originalabhandlung, geſtützt auf das Geſetz der großen Zahlen.

Gauß, méthode des moindres carrés (traduit par Bertrand) pag. 4 u. f., Originalabhandlung, geſtützt auf das Prinzip des arithmetiſchen Mittels: Theoria combinationis observationum etc. und Supplementum Theoriae combinationis etc.

Gehlers' phyſikaliſches Wörterbuch, 10. Band, pag. 1181 bis 1255.

Encke, aſtronomiſches Jahrbuch, Jahrgang 1834.

Faa de Bruno, traité élementaire du calcul des erreurs. VIII.

Schirmann, Verſuch zu einem Syſtem der Artillerie-Wiſſenſchaft, Band I, pag. 170 u. f.

Schon a priori hätten wir auf die Anweſenheit einer Konſtanten in der Wahrſcheinlichkeitsfunktion ſchließen können, denn es iſt einleuchtend, daß die Wahrſcheinlichkeit, einen Fehler Δ zu begehen, noch abhängig ſein muß von der Art der Beobachtung, ihrem Gegenſtande und der ſie ausführenden Perſon, mithin in Beobachtungsreihen, welche nach dieſen Geſichtspunkten unter ſich verſchieden ſind, eine verſchiedene; innerhalb einer Beobachtungsreihe aber, in welcher dieſe Faktoren konſtant bleiben, ihrerſeits konſtant ſein muß. Die Konſtante h in unſerer Funktion iſt mithin ihrerſeits eine Funktion jener Umſtände, welche die Präziſion einer Beobachtungsreihe bedingen, ſie muß deshalb, wie hier der analytiſchen Erörterung vorgreifend ſchon aus allgemeinem Rai-

ſonnement behauptet werden kann, ein genaues Bild der Präziſion ſelbſt gewähren.

Gauß nennt in ſeiner theoria motus corporum coelestium das h das Maß der Präziſion und erörtert dieſen Ausdruck analytiſch in folgender Weiſe:

In einer Beobachtungsreihe ſei die Wahrſcheinlichkeit eines Fehlers Δ:

$$W = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta;$$

in einer zweiten Beobachtungsreihe ſei die Wahrſcheinlichkeit des gleichen Fehlers:

$$W = \frac{h'}{\sqrt{\pi}} e^{-h'h'\Delta\Delta} d\Delta.$$

Die beiden Wahrſcheinlichkeiten ſind offenbar gleich, wenn $h\Delta = h'\Delta$.

Iſt aber $h' > h$, ſo muß offenbar auch der Fehler der gleichen Wahrſcheinlichkeit in der zweiten Beobachtungsreihe kleiner werden, als der Fehler der gleichen Wahrſcheinlichkeit in der erſten Beobachtungsreihe. In der zweiten Reihe iſt ſomit ein kleinerer Fehler ebenſo wahrſcheinlich wie in der erſten ein größerer. Die Beobachtungen, welche der zweiten Reihe zu Grunde liegen, ſind mithin präziſer wie die der erſten Reihe, und zwar haben wir dieſe Konſequenz aus der Größe von h gezogen.

Die Bedeutung, welche der Konſtanten h zukommt, iſt ſomit fixirt.

Die Wahrſcheinlichkeit, daß ein Fehler zwiſchen beſtimmten Grenzen liege, iſt offenbar gleich der Summe der Wahrſcheinlichkeiten aller zwiſchen dieſen Grenzen liegenden einzelnen Fehler. Seien dieſe Grenzen nun $+a$ und $-a$, und bezeichnen wir die Summation durch das Integralzeichen, ſo erhalten wir als Wahrſcheinlichkeit, daß ein Fehler zwiſchen den Grenzen $+a$ und $-a$ liege.

$$W = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{-a}^{+a} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta$$

oder, wenn wir ſtatt der unteren Grenze 0 einſetzen,

$$W = \frac{2h}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{a} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta.$$

Wird noch $h\Delta = t$ gesetzt, so nimmt dieses Integral die Form an:

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{ah} e^{-t^2} dt.$$

Der Werth dieses Ausdruckes für successive Werthe von ah ist in Tafeln berechnet und giebt eine Vorstellung von der Vertheilung der Fehler ohne Rücksicht auf das Zeichen. Diese Tafel zeigt zugleich, wie schnell bei größeren Werthen von t die Anzahl der Fehler innerhalb gleicher Intervalle dieser Werthe abnimmt. So werden bei 1000 Beobachtungen zwischen:

$t = 0$	und	$t = 0{,}5$	liegen	520 Fehler,
$t = 0{,}5$	„	$t = 1{,}0$	„	323 „
$t = 1{,}0$	„	$t = 1{,}5$	„	123 „
$t = 1{,}5$	„	$t = 2{,}0$	„	29 „

Ueber diese Grenze hinaus treffen wir überhaupt nur noch 5 Fehler an.

Unter den verschiedenen Werthen von t ist es besonders einer, der zu einer bestimmten Ansicht über das Verhältniß der Genauigkeit verschiedener Gattungen von Beobachtungen führen kann. Dieses ist der Werth von t, für welchen das Integral gleich $1/2$ wird, oder welcher eine hinlänglich große Anzahl von Fehlern, wenn man sie sich ohne Rücksicht auf das Zeichen nur der Größe nach geordnet denkt, in zwei Theile theilt, von denen jeder eine gleiche Anzahl von Fehlern enthält. Aus der Tafel findet man durch Interpolation, daß der Werth 0,5 des Integrals dem Werthe $t = 0{,}476936$ entspricht. Diese Zahl wird wegen ihres häufigen Gebrauches mit dem Zeichen ϱ bezeichnet. Durch Einführung von ϱ als obere Grenze wird

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\varrho} e^{-t^2} dt = 1/2.$$

Bezeichnen wir nun den Fehler, der zu dem Werthe $t = \varrho$ in jeder Gattung von Beobachtung gehört mit r, so wird

$$\varrho = hr \quad \text{oder} \quad h = \frac{\varrho}{r}.$$

Die Größe r wird als wahrscheinlicher Fehler einer Gattung von Beobachtungen bezeichnet. Es ist der Fehler, unter welchem sich eben so viele kleinere Fehler der Zahl nach befinden als größere über ihm; man kann deshalb bei einer isolirten Beobachtung 1 gegen 1 wetten, daß der Fehler derselben nicht größer als r sei.

Um nun zu dem Begriffe des mittleren Fehlers zu kommen, ist es nothwendig, sich etwas weiter in die Theorie der kleinsten Quadrate zu vertiefen.

Gesetzt, man habe für den Werth einer unbekannten Größe x bei mmaliger Beobachtung die Werthe: n, n', n'', n''' . . . . gefunden, so werden die bei diesen Beobachtungen gemachten Fehler gleich sein

$$\begin{aligned} \delta &= x - n \\ \delta_{,} &= x - n' \\ \delta_{,,} &= x - n'' \\ \delta_{,,,} &= x - n''' \ldots \end{aligned}$$

Die Wahrscheinlichkeit, daß alle diese Fehler in einer Beobachtungsreihe zusammentreffen, wird sich als Produkt aus den Wahrscheinlichkeiten des Eintreffens der einzelnen Fehler darstellen, mithin folgende analytische Form erhalten:

$$= \frac{h^m}{\pi^{1/2m}} e^{-hh\left[(x-n)^2+(x-n')^2+(x-n'')^2\right]}.$$

Diese Wahrscheinlichkeit wird am größten, wenn die Summe der Quadrate der Fehler am kleinmöglichsten ist, mithin ist nach einem bekannten Satze aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung auch jene Hypothese über x die wahrscheinlichste, welche die Summe der Quadrate der übrig bleibenden Fehler zu einem Minimum macht.

Quadriren wir nun in obiger Gleichung, so gelangen wir durch eine einfache Transformation auf die Form

$$= \frac{h^m}{\pi^{1/2m}} e^{-.hh\left[\Sigma(n^2)-\frac{\Sigma(n)^2}{m}+m\left(x-\frac{\Sigma(n)^2}{m}\right)\right]}.$$

Der in der Klammer stehende Ausdruck ist das Quadrat der Fehler und wird ein Minimum, wenn $x = \frac{\Sigma n}{m}$; das Minimum der dann noch übrig bleibenden Fehler-Quadrate ist somit

$$= \Sigma(n^2) - \frac{\Sigma(n)^2}{m}.$$

Wir wären offenbar zu dem wahrscheinlichsten Werthe von x auch gekommen, wenn wir m unter sich gleiche Fehler von der Größe:

$$\varepsilon = \sqrt{\left(\frac{\Sigma(n^2)-\frac{\Sigma(n^2)}{m}}{m}\right)}$$

gemacht hätten, und wir können deshalb die obige Reihe von m ungleichen Fehlern durch eine Reihe von m gleichen Fehlern von dem Werthe ε ersetzen.

Diesen Fehler ε heißt man den mittleren Fehler, und wir können ihn nach Obigem als jenen Fehler definiren, der, wenn er allein bei allen Beobachtungen angenommen würde, dieselbe Summe der Quadrate der Fehler, wie die wirklich stattfindenden, geben würde.

Die Wahrscheinlichkeit nun, daß m gleiche Fehler ε in einer Beobachtungsreihe vorkommen, ist

$$W = \frac{h^m}{\pi^{1/2 m}} e^{-hh\varepsilon\varepsilon m}.$$

Nehmen wir nun an, diese Fehler hätten wirklich stattgefunden, so wird das Maximum der Funktion allein von h abhängen.

Logarithmiren wir nun diese Funktion, so erhalten wir

$$\log. W = m \log. h - {}^1/_2 m \log. \pi - hhm\varepsilon\varepsilon$$

und nach den Regeln des Maximums:

$$0 = \frac{m}{h} - 2mh\varepsilon\varepsilon,$$

$$h = \frac{1}{\varepsilon\sqrt{2}}.$$

Dadurch sind wir zu numerischer Bestimmung von h gekommen, dessen begriffliche Bedeutung wir schon fixirt haben.

Substituiren wir den so gefundenen Werth von h in die Gleichung

$$r = \frac{\varrho}{h},$$

so erhalten wir als Relation zwischen r und ε die Gleichung

$$r = \varrho\sqrt{2}.\varepsilon = 0{,}674489\,\varepsilon.$$

Der beschwerlichste Theil dieser Rechnung ist die Bestimmung der Quadratsummen, und in der That begnügt sich die Praxis zur Bestimmung von h und r oft damit, anstatt der Summe der Fehlerquadrate die Summe der Fehler selbst in die Rechnung einzuführen. Um den Grad der Präzision dieses Verfahrens kennen zu lernen, ist es in der Theorie gebräuchlich, nicht diesen Fall gesondert zu betrachten, sondern ganz im Allgemeinen zu untersuchen, wie sich die Präzisionsmaße zu einander verhalten, wenn statt der

Summe der 2. Potenzen der Fehler irgend eine andere Potenzsumme eingeführt wird.

Die Durchführung dieser analytischen Untersuchung ist in Encke's astronomischem Jahrbuche 1834 auf S. 288 u. ff. enthalten und werden deshalb an dieser Stelle nur die Resultate angegeben:

$$r = \varrho\sqrt{\pi}\,.\,\varepsilon 1\left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}}\sqrt{(\pi-2)}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt{2}\,.\,\varepsilon 2\left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[6]{\pi}\,.\,\varepsilon 3\left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}}\sqrt{\frac{15\pi-8}{36}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[4]{\tfrac{4}{3}}\,.\,\varepsilon 4\left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}}\sqrt{\frac{4}{3}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[10]{\tfrac{1}{4}\pi}\,.\,\varepsilon 5\left[1 \pm \sqrt{\frac{945\pi-128}{1600}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[6]{\tfrac{8}{15}}\,.\,\varepsilon 6\left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}}\sqrt{\frac{113}{45}}\right]$$

oder numerisch

$$r = 0{,}845347\,.\,\varepsilon 1\left(1 \pm \frac{0{,}509584}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}674489\,.\,\varepsilon 2\left(1 \pm \frac{0{,}476936}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}577190\,.\,\varepsilon 3\left(1 \pm \frac{0{,}497199}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}512502\,.\,\varepsilon 4\left(1 \pm \frac{0{,}550719}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}465553\,.\,\varepsilon 5\left(1 \pm \frac{0{,}635508}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}429497\,.\,\varepsilon 6\left(1 \pm \frac{0{,}775776}{\sqrt{m}}\right)$$

worin εn die $n$te Wurzel aus dem arithmetischen Mittel der $n$ten Potenzen ohne Rücksicht auf das Zeichen ist.

Hieraus resultirt, daß, wenn man bei Anwendung von $\varepsilon 2$

100 Beobachtungen nothwendig hat, um gewiſſe Grenzen der Präziſion zu erreichen, man für dieſelben Grenzen bei

$$\varepsilon_1 = 114$$
$$\varepsilon_3 = 109$$
$$\varepsilon_4 = 133$$
$$\varepsilon_5 = 178$$
$$\varepsilon_6 = 251$$

Beobachtungen braucht.

Man kann außer dem r aus der einfachen Betrachtung herleiten, daß der wahrſcheinliche Fehler derjenige iſt, welcher eben ſo viele größere als kleinere Fehler neben ſich hat. Ordnet man nun die Fehler ohne Rückſicht auf das Zeichen nach ihrer abſoluten Größe, ſo wird bei m Beobachtungen der, welcher zu dem Index $^1/_2\,(m+1)$ bei m ungerade, hingegen das arithmetiſche Mittel zwiſchen den Fehlern mit dem Index $^1/_2\,m$ und $^1/_2\,m+1$ bei m gerade, einen angenäherten Werth für r geben.

Die Genauigkeit dieſer Beſtimmung von r iſt ſchlechter als diejenige der Beſtimmung von r aus der Summe der 6. Potenzen der Fehler. Gauß führt dieſen Satz ohne Beweis an; Dirichlet aber hat ihn in äußerſt eleganter Form gegeben, und iſt derſelbe in Enke's aſtronomiſchem Jahrbuche 1834, pag. 294 u. ff. reproduzirt.

Die wahrſcheinlichen Grenzen von r werden hier, wo der mittelſte Fehler ſtatt des wahrſcheinlichen genommen wird,

$$r \pm \varrho \frac{e\,hhrr\sqrt{\pi}}{4\sqrt{n\,.\,h}}$$

oder

$$r\left(1 \pm \frac{0{,}786716}{\sqrt{m}}\right);$$

ein Vergleich mit den oben angeführten Grenzen wird die Richtigkeit des Gauß'ſchen Satzes klar ſtellen.

Ich habe errechnet, daß bei dieſer Methode der Beſtimmung von r 272,9 Beobachtungen nothwendig ſind, um gleiche Präziſion zu erhalten, wie ſie durch Zuſammenfaſſung von 100 Beobachtungen nach der Methode der Quadratſummen der Fehler erzeugt wird. Daraus kann dem Folgenden vorgreifend gefolgert werden, daß dieſe Methode für die Zuſammenfaſſung artilleriſtiſcher Verſuch Reſultate, welche ſtets in beſchränktem Maße vorhanden ſind, ni

Summe der 2. Potenzen der Fehler irgend eine andere Potenzsumme eingeführt wird.

Die Durchführung dieser analytischen Untersuchung ist in Enke's astronomischem Jahrbuche 1834 auf S. 288 u. ff. enthalten und werden deshalb an dieser Stelle nur die Resultate angegeben:

$$r = \varrho\sqrt{\pi}\,.\,\varepsilon_1\left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}}\sqrt{(\pi-2)}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt{2}\,.\,\varepsilon_2\left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[6]{\pi}\,.\,\varepsilon_3\left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}}\sqrt{\frac{15\pi-8}{36}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[4]{\tfrac{4}{3}}\,.\,\varepsilon_4\left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}}\sqrt{\frac{4}{3}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[10]{\tfrac{1}{4}\pi}\,.\,\varepsilon_5\left[1 \pm \sqrt{\frac{945\pi-128}{1600}}\right]$$

$$r = \varrho\sqrt[6]{\tfrac{8}{15}}\,.\,\varepsilon_6\left[1 \pm \frac{\varrho}{\sqrt{m}}\sqrt{\frac{113}{45}}\right]$$

oder numerisch

$$r = 0{,}845347\,.\,\varepsilon_1\left(1 \pm \frac{0{,}509584}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}674489\,.\,\varepsilon_2\left(1 \pm \frac{0{,}476936}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}577190\,.\,\varepsilon_3\left(1 \pm \frac{0{,}497199}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}512502\,.\,\varepsilon_4\left(1 \pm \frac{0{,}550719}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}465553\,.\,\varepsilon_5\left(1 \pm \frac{0{,}635508}{\sqrt{m}}\right)$$

$$r = 0{,}429497\,.\,\varepsilon_6\left(1 \pm \frac{0{,}775776}{\sqrt{m}}\right)$$

worin ε_n die $n$te Wurzel aus dem arithmetischen Mittel der $n$ten Potenzen ohne Rücksicht auf das Zeichen ist.

Hieraus resultirt, daß, wenn man bei Anwendung von ε_2

100 Beobachtungen nothwendig hat, um gewiſſe Grenzen der Präziſion zu erreichen, man für dieſelben Grenzen bei

$$\varepsilon_1 = 114$$
$$\varepsilon_3 = 109$$
$$\varepsilon_4 = 133$$
$$\varepsilon_5 = 178$$
$$\varepsilon_6 = 251$$

Beobachtungen braucht.

Man kann außer dem r aus der einfachen Betrachtung herleiten, daß der wahrſcheinliche Fehler derjenige iſt, welcher eben ſo viele größere als kleinere Fehler neben ſich hat. Ordnet man nun die Fehler ohne Rückſicht auf das Zeichen nach ihrer abſoluten Größe, ſo wird bei m Beobachtungen der, welcher zu dem Index $\frac{1}{2}(m+1)$ bei m ungerade, hingegen das arithmetiſche Mittel zwiſchen den Fehlern mit dem Index $\frac{1}{2}m$ und $\frac{1}{2}m+1$ bei m gerade, einen angenäherten Werth für r geben.

Die Genauigkeit dieſer Beſtimmung von r iſt ſchlechter als diejenige der Beſtimmung von r aus der Summe der 6. Potenzen der Fehler. Gauß führt dieſen Satz ohne Beweis an; Dirichlet aber hat ihn in äußerſt eleganter Form gegeben, und iſt derſelbe in Enke's aſtronomiſchem Jahrbuche 1834, pag. 294 u. ff. reproduzirt.

Die wahrſcheinlichen Grenzen von r werden hier, wo der mittelſte Fehler ſtatt des wahrſcheinlichen genommen wird,

$$r \pm \varrho \frac{e\,hhrr\sqrt{\pi}}{4\sqrt{n \cdot h}}$$

oder

$$r\left(1 \pm \frac{0{,}786716}{\sqrt{m}}\right);$$

ein Vergleich mit den oben angeführten Grenzen wird die Richtigkeit des Gauß'ſchen Satzes klar ſtellen.

Ich habe errechnet, daß bei dieſer Methode der Beſtimmung von r 272,9 Beobachtungen nothwendig ſind, um gleiche Präziſion zu erhalten, wie ſie durch Zuſammenfaſſung von 100 Beobachtungen nach der Methode der Quadratſummen der Fehler erzeugt wird. Daraus kann dem Folgenden vorgreifend gefolgert werden, daß dieſe Methode für die Zuſammenfaſſung artilleriſtiſcher Verſuchs-Reſultate, welche ſtets in beſchränktem Maße vorhanden ſind, nicht

sehr geeignet ist, obwohl sie in allen Ländern zur Darstellung der Schußtafeln verwendet wird.

Die Genauigkeit des arithmetischen Mittels gegenüber der Präzision der einzelnen zum Mittel vereinigten Beobachtungen ist $h\sqrt{m}$, wenn wir mit h die Wahrscheinlichkeits-Konstanten der Beobachtungsreihe, mit m die Anzahl der Beobachtungen bezeichnen. Ist nämlich n die einzelne Beobachtung, so ist die Wahrscheinlichkeit der Hypothese, daß $x = \frac{\Sigma n}{m}$ sei:

$$= \frac{h^m}{\pi^{1/2 m}} e^{-hh\left(\Sigma(n^2) - \frac{\Sigma(n)^2}{m}\right)}$$

Die Wahrscheinlichkeit aber, daß x irgend einen anderen Werth, z. B. $\frac{\Sigma n}{m} + \Delta$ habe, ist:

$$= \frac{h^m}{\pi^{1/2 m}} e^{-hh\left[\Sigma(n^2) - \frac{\Sigma(n)^2}{m} + m\Delta\Delta\right]};$$

die beiden Wahrscheinlichkeiten verhalten sich mithin wie

$$1 : e^{-hhm\Delta\Delta}.$$

Mithin ist das Maß der Präzision für das aus m Beobachtungen abgeleitete arithmetische Mittel nach dem von **Enke** auf S. 273 (1834) angegebenen Satze

$$= \sqrt{m}.$$

Mittelst der nun angegebenen theoretischen Sätze ist es leicht, ein System von überschüssigen, auf Beobachtung beruhenden Gleichungen aufzulösen.

Seien nun

$$\begin{aligned} ax + by + cz + d &= 0 \\ a'x + b'y + c'z + d' &= 0 \\ a''x + b''y + c''z + d'' &= 0 \\ a'''x + b'''y + c'''z + d''' &= 0 \end{aligned}$$

unsere Bedingungsgleichungen. Setzen wir nun in diese die Werthe der Unbekannten, so wie sie aus der Beobachtung resultiren, ein. Die Folge davon wird sein, daß unsere Gleichungen nicht 0, sondern der Reihe nach

$$\varepsilon, \varepsilon', \varepsilon'', \varepsilon'''$$

werden. Diese ε sind die Fehler, welche wir durch Einsetzung der

von uns beobachteten Werthe ſtatt der wahren uns unbekannten gemacht haben.

Nun iſt aber jene Hypotheſe über die Unbekannten die wahrſcheinlichſte, welche die übrig bleibenden Fehlerquadrate zu einem Minimum macht. Anſtatt aber die 2. Hälfte der Gleichung zu einem Minimum zu machen, können wir dieſes Verfahren auch bei der erſten anwenden. Unſere nach den Regeln des Minimums behandelten Gleichungen werden die Form annehmen:

$$\left.\begin{array}{l}(ax + by + cz + d)\,a + \\ (a'x + b'y + c'z + d')\,a' + \\ (a''x + b''y + c''z + d'')\,a'' + \ldots\end{array}\right\} = 0$$

$$\left.\begin{array}{l}(ax + by + cz + d)\,b + \\ (a'x + b'y + c'z + d')\,b' + \\ (a''x + b''y + c''z + d'')\,b'' + \ldots\end{array}\right\} = 0$$

$$\left.\begin{array}{l}(ax + by + cz + d)\,c + \\ (a'x + b'y + c'z + d')\,c' + \\ (a''x + b''y + c''z + d'')\,c'' + \ldots\end{array}\right\} = 0$$

oder

$$\begin{aligned}\Sigma a^2x + \Sigma aby + \Sigma acz + \Sigma ad &= 0\\ \Sigma abx + \Sigma b^2y + \Sigma bcz + \Sigma bd &= 0\\ \Sigma acx + \Sigma bcy + \Sigma c^2z + \Sigma cd &= 0\end{aligned}$$

Dieſe nun ſind die von uns geſuchten Normalgleichungen. Wenn wir ſie nach den 3 Unbekannten löſen, werden wir die geſuchten Werthe von x, y, z erhalten. Man ſieht hieraus im Allgemeinen, daß dieſes Verfahren, auf beliebig viele Gleichungen angewendet, immer ſo viel Normalgleichungen liefern wird, als es Unbekannte ſind.

Bei praktiſcher Ausführung dieſer Rechnung gewährt uns die Symmetrie der Koeffizienten der Unbekannten eine bedeutende Erleichterung.

Dieſe Symmetrie findet ſich in der Diagonale ausgeſprochen und erſcheint deutlich in der Form:

$$\begin{array}{ccc}\Sigma a^2, & \Sigma ab, & \Sigma ac\\ \Sigma ab, & \Sigma b^2, & \Sigma bc\\ \Sigma ac, & \Sigma bc, & \Sigma c^2\end{array}$$

Beachten wir nun, daß

$$\Sigma ab = {}^1/_2\,[\Sigma(a+b)^2 - \Sigma a^2 - \Sigma b^2]$$

und

$$\Sigma ac = {}^1/_2\,[\Sigma(a+c)^2 - \Sigma a^2 - \Sigma c^2]\ \ldots,$$

so erkennen wir, daß wir mit Hilfe der numerischen Bestimmung der Quadratsummen auch die Produktensummen

$$\Sigma(ab)\ ,\ \Sigma(ac)\ ,\ \Sigma(bc)\ \ldots\ldots$$

finden können.

II.

Eine ihrer praktischen Verwendungen findet die eben besprochene allgemeine Theorie in der Artilleriewissenschaft, und zwar an allen jenen Punkten, wo es sich um die Frage der Wahrscheinlichkeit des Treffens handelt.

Die Flugbahn des Geschosses steht unter dem Einflusse gewisser zufälliger Ereignisse, welche sie als wechselnd erscheinen lassen, selbst wenn die sie erzeugenden konstanten Faktoren von Schuß zu Schuß mit der größten Sorgfalt gleich gestellt werden. Diese zufälligen, die absolute Regelmäßigkeit der unter anscheinend gleichen Bedingungen erzeugten Flugbahn störenden Ereignisse haben wie die zufälligen Beobachtungsfehler ihren Grund in der Unvollkommenheit unserer Sinne und des benutzten Instruments, nämlich des Geschützes. Die Abweichungen, welche diese Ereignisse erzeugen, indem sie die einzelne Flugbahn von der idealen differiren machen, müssen mithin den gleichen Gesetzen unterliegen, wie die Beobachtungsfehler, und sind deshalb wie letztere für den Wahrscheinlichkeitskalkül faßbar.

Die unmittelbare Folge dieses Parallelismus zwischen den Fehlern einer Beobachtungsreihe und den Abweichungen innerhalb einer Schußserie ist, daß sich die einzelnen Schüsse in gleicher Weise um den Treffpunkt der idealen Flugbahn gruppiren, wie die Resultate der einzelnen Beobachtungen um den gesuchten wahren Werth. Das Gesetz der Schußgruppirung ist mithin ausgedrückt durch das Integral

$$= \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{-a}^{+a} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta .$$

Die Konstante h in diesem Ausdrucke ist artilleristisch von größter Bedeutung. Sie wird als Maß der Präzision alle jene Einflüsse bezeichnen, von denen wir a priori wissen, daß sie die Präzisionsleistung eines Geschützes beeinflussen.

Mithin haben wir in diesem h ein Bild der Geschützkonstruktion,

der Sorgfalt in der Anfertigung der Munition und der Ausbildung der Geſchützbedienung.

Bei dem Vergleiche fremder Artillerien und bei der Würdigung der Schußleiſtungen einzelner eigener Batterien wird das h ein vorzüglicher Vergleichsmaßſtab ſein.

Die Gleichung

$$r = \frac{\varrho}{h}$$

ſagt uns nämlich, daß der wahrſcheinliche Fehler, mithin auch jener Raum, welchen 50 % aller in einer Schußſerie abgegebenen Schüſſe treffen, um ſo kleiner, folglich ſeine Belegung mit Treffern um ſo dichter ſein wird, je größer die Konſtante h iſt. Es iſt nun aber die Aufgabe der Artillerie, einen Raum, deſſen Ausdehnungen durch die Dimenſionen des Zieles gegeben ſind, unter geringſtem Munitionsaufwand mit möglichſt vielen Treffern zu belegen. Die Konſtante h hat mithin hier eine noch erhöhte Bedeutung gegenüber den wiſſenſchaftlichen Beobachtungsreihen, wenn wir die praktiſchen Verhältniſſe in unſere Betrachtung ziehen. Die wiſſenſchaftliche Beobachtung iſt nämlich faſt immer in der Lage, die geringe Präziſion einer Beobachtungsreihe durch Vermehrung der Beobachtungen zu ergänzen, und der einzige Schaden, der ſich hieraus ergiebt, iſt ein erhöhter Zeitverbrauch. Dem Artilleriſten hingegen, deſſen Ausbildung und deſſen Geſchützſyſtem das h verkleinern, iſt durch die einmal und konſtant vorhandene Munitionsrate die Möglichkeit genommen, durch beliebig viele Schüſſe Das im Ganzen zu verbeſſern, was dem einzelnen Schuſſe an Präziſion abgeht. Ich habe bei dieſer Betrachtung noch ganz außer Rechnung gelaſſen, daß die ſchnell wechſelnden Momente des Kampfes auch die Zeit nicht gewähren, welche zu einem ſolchen Verfahren nothwendig iſt. Schnelle Wirkung mit geringem Munitionsaufwand entſpricht ſomit praktiſch der großen Konſtante h, während verlangſamte Wirkung mit bedeutender Munitionsverſchleuderung das kleine h charakteriſiren.

Hat die ſeitherige Deduktion mehr den Charakter allgemeiner artilleriſtiſcher Betrachtung getragen, ſo werden die nun folgenden Erörterungen ſpeziell in das Gebiet der Artillerie-Schießkunſt einſchlagen und die ausſchlaggebende Bedeutung der Wahrſcheinlichkeits-Theorie in dieſem Zweige des artilleriſtiſchen Könnens beweiſen.

Zwei Probleme ſind es hier, welche den ganzen Inhalt des artilleriſtiſchen Schießthätigkeit bilden. Einmal die Frage, wie aus

der Entfernung die Wahrscheinlichkeit der Wirkung beobachtet werden könne, und ferner die Untersuchung, welcher Munitionsaufwand bei gegebener und bekannter Größe eines Zieles entsprechende Wirkung verheiße. Erstere Frage liefert in ihrer Beantwortung die Korrekturregeln im Feld- und Festungskriege, während letztere Untersuchung die Theorie des Bresche-Schießens im Festungskriege bildet. Beide Probleme finden ihre Lösung durch Anwendung der Wahrscheinlichkeitstheorie.

Letztere läßt uns nämlich erkennen, daß bei Abwesenheit konstanter Störungen jeder vorkommende Fehler die gleiche Wahrscheinlichkeit habe, mit dem Pluszeichen zu erscheinen als mit dem Minuszeichen.

In die artilleristische Sprache übersetzt lautet dieser Satz: „Ist es uns gelungen, die konstanten Fehler in Elevation und Ladung zu beseitigen, so hat jeder Schuß gleiche Chance, vor wie hinter dem Ziele aufzuschlagen".

Beobachten wir nun diese Thatsache, so können wir überzeugt sein, daß das Ziel in der Mitte der Schußgruppe sich befindet, mithin an jener Stelle, wo die Häufung der Einschläge die dichteste ist. Dieser Fall aber ist der von uns gewünschte und erreichbar günstigste. Dieser Satz ist das Prinzip des bekannten Korrekturverfahrens und deckt dessen ganzen Inhalt.

Die zweite oben angegebene Frage löst sich unmittelbar durch analytische Verwendung des uns zu Gebote stehenden theoretischen Materials. Es sei z. B. ein Ziel von der Breitenausdehnung ab, der Höhenausdehnung ac zu beschießen, wobei die oben angeführte Frage zu berücksichtigen wäre. Die Wahrscheinlichkeit, dieses Ziel nach seiner Breitenrichtung zu treffen, ist nach unserer Theorie:

$$= \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_a^b e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta;$$

die Wahrscheinlichkeit, es nach der Höhenrichtung zu erreichen

$$= \frac{h_1}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_a^c e^{-h_1 h_1 \Delta\Delta} d\Delta;$$

die Wahrscheinlichkeit, es nach beiden Ausdehnungen zugleich zu treffen, ist aber das Produkt der beiden diese kombinirte Wahrscheinlichkeit erzeugenden Wahrscheinlichkeiten, mithin:

$$= \frac{h}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_a^b e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta \cdot \frac{h_1}{\sqrt{\pi}} \int_a^c e^{-h_1 h_1 \Delta\Delta} d\Delta.$$

Die numeriſche Beſtimmung dieſer Integrale wird uns dieſe kombinirte Wahrſcheinlichkeit ergeben und zwar als Bruchzahl, welche das Verhältniß der wahrſcheinlichen zu allen möglichen Fällen ausdrückt. Wir haben mithin die Möglichkeit, zu beſtimmen, welcher Bruchtheil einer gegebenen Anzahl von Schüſſen das Ziel erreichen wird. Kennen wir nun die Wirkung des einzelnen Treffers, ſo wird die beabſichtigte Geſammtwirkung als einfache Funktion des Munitionsaufwandes erſcheinen, und ſo aufzuwendende Mittel und erwünſchtes Reſultat dem Werthe nach mit einander zu vergleichen ſein. Dieſer Vergleich iſt in ſeiner praktiſchen Bedeutung durch die Ausrüſtung unſerer Belagerungsparks mit Hartgußgranaten in beſtimmter Zahl zum Ausdrucke gekommen. Die Ziele der letzteren ſind Panzerthürme, deren Ausmaße und Widerſtandsfähigkeit im Großen bekannt ſind. Die Zahl der zu ihrer Zerſtörung nothwendigen Hartgußgranaten läßt ſich ſomit theoretiſch ermitteln, und bietet dieſe theoretiſche Ermittelung einen werthvollen Anhaltspunkt für die praktiſche Beſtimmung.

So werthvoll uns nun die allgemeine Theorie in der Praxis der Artillerie-Schießkunſt erſcheinen mag, ſo wenig verwendbar wäre dieſe Theorie, wenn ihre Sätze uns nur in der ſeither beſprochenen allgemeinen Form zu Gebote ſtänden.

Es iſt nun Aufgabe der Schußtafeln, die Reſultate der Theorie in handlicher Form, wie ſie dem unmittelbaren Gebrauche der Truppe entſpricht, zu geben.

Zunächſt handelt es ſich um die Beſtimmung von h in jedem einzelnen Falle. Die Gleichung

$$r = \frac{\varrho}{h},$$

in welcher ϱ konſtant iſt, liefert uns ſofort das gewünſchte Reſultat, wenn r bekannt iſt. Dieſes, der wahrſcheinliche Fehler, kann aber unmittelbar den Verſuchsreſultaten entnommen werden. Die Entnahme von r durch einfaches Abzählen der Fehler, wie es bei Konſtruktion der Schußtafeln geſchieht, iſt ſchon oben beſprochen und nach ſeiner Präziſion geprüft worden.

Weshalb dieſes Verfahren eingehalten wird, iſt durchaus nicht erſichtlich. Denn auch angenommen, der Einwand ſei richtig, daß eine größere Präziſion der Beſtimmung für artilleriſtiſche Zwecke unnöthig ſei, ſo muß doch entgegengehalten werden, daß dieſe Präziſion durch exaktere Ausnützung der Schießreſultate ſchon in kürzeren

Verſuchsreihen, mithin mit weniger Koſten- und Zeit-Aufwand zu erreichen iſt. Weshalb muß eine Verſuchsſerie von 273 Schuß gemacht werden, wenn man durch rationelle Verwerthung von 100 Schuß ſchon das gleiche Reſultat zu erzielen im Stande iſt?

Die ſo gefundenen wahrſcheinlichen Fehler ſind in der Treffſähigkeits-Tabelle der Schußtafel für alle Entfernungen und Ladungen zuſammengeſtellt, und zwar als jener Raum nach einer Dimenſion, in welchen 50 pCt. aller abgegebenen Schüſſe fallen, mithin in der Form von 2 r.

Ferner finden ſich in der Schußtafel Wahrſcheinlichkeitsfaktoren, welche angeben, welche Prozentzahl der abgegebenen Schüſſe in einen gewiſſen, durch Vielfache von 2 r angegebenen Raum fallen. Dieſe Faktoren ſind auf folgende Weiſe gefunden:

Das Integral

$$= \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{-a}^{+a} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta$$

oder

$$= \frac{2h}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{a} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta$$

giebt uns die Wahrſcheinlichkeit, daß ein Fehler zwiſchen den Grenzen $\pm a$ liege. Mithin iſt die Wahrſcheinlichkeit, daß der Fehler zwiſchen + und — einen Vielfachen von $^1/_2 r$ liege

$$= \frac{2h}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{nr} e^{-hh\Delta\Delta} d\Delta.$$

Setzen wir nun $h\Delta = t$, ſo erhalten wir:

$$= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{nrh} e^{-t^2} dt,$$

oder weil

$$h = \frac{\varrho}{r} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int^{n\varrho} e^{-t^2} dt.$$

Dieſes Integral iſt numeriſch beſtimmt, und die bezügliche Tafel in Faa de Bruno, Enke und anderen enthalten.

Wollten wir z. B. die Wahrſcheinlichkeit beſtimmen, einen Raum zu treffen, der zweimal ſo groß wäre, wie der Raum für 50 pCt., ſo wäre die Grenze für unſern Integralwerth

$$= 2\varrho = 0{,}954.$$

Für diese Grenze finden wir in den Tafeln von Faa de Bruno den Integralwerth 0,821; die Wahrscheinlichkeit ist mithin

$$W = \frac{821}{1000},$$

oder von 100 Schüssen treffen 82 den Raum, welcher doppelt so groß ist, wie der Raum für 50 pCt. Das Resultat stimmt mit den Angaben der Schußtafel überein.

Die Anwendung der in den Schußtafeln enthaltenen Daten für die Praxis ergiebt sich aus dem Gesagten ohne Weiteres. Mit Hilfe der erforderlichen Zieldimensionen für 50 pCt. kann man bei gegebenen Zieldimensionen durch Division der letzteren durch die ersteren das n erhalten und findet in den Tabellen der Wahrscheinlichkeitsfaktoren unmittelbar die Prozentzahl der Schüsse, welche in die gegebene Dimension treffen.

Wir hätten z. B. die Aufgabe, mit der 12 cm Bronzekanone C/73 mit 0,7 kg Ladung ein Ziel von 10 m Länge und 2 m Breite zu beschießen. Die Entfernung sei 1300 m. Es wäre dabei die Frage aufgestellt, wie viele Schüsse vor dem Ziele beobachtet werden müssen, und wie viele Schüsse das Ziel selbst treffen werden?

Das n in Bezug auf die Längendimension ist $\frac{10}{20} = 0{,}5$. Für $n = 0{,}5$ finden wir in der Tafel der Wahrscheinlichkeitsfaktoren 26 pCt. Die übrigen Schüsse (73 pCt.) vertheilen sich gleichmäßig vor und hinter das Ziel, so daß wir vor demselben 36—37 pCt. aufschlagen sehen müssen. Wir kämen hier zu dem praktischen Resultate, daß unter drei Schüssen wenigstens einer vor dem Ziele aufschlagen müßte, wenn Elevation und Ladung richtig wären.

Nach der Breitendimension erhalten wir als $n \frac{2}{1} = 2$. Dafür 82 pCt. Die kombinirte Wahrscheinlichkeit also, das Ziel nach beiden Dimensionen zu treffen, wäre:

$$\frac{26}{100} \cdot \frac{82}{100} = \frac{2132}{10000},$$

oder mit anderen Worten 21 pCt. der abgegebenen Schüsse würden das Ziel treffen.

Die hier aufgestellte und gelöste Aufgabe ist typisch für die

in der Praxis vorkommenden Fälle, läßt aber vielfache Varianten zu, deren außerordentliche Einfachheit sie hier der weiteren Besprechung entzieht.

III.

Der französische Artillerie-Kapitän Vallier hat im 9. Bande der „Revue d'artillerie" den von Poisson bewiesenen Satz, daß die Ellipse die Contour der gleichen Treffwahrscheinlichkeit sei, analytisch erweitert und kam zu dem Resultate, daß

$$W = 1 - e^{-c^2}$$

die Wahrscheinlichkeit sei, daß ein Fehler innerhalb der Contour einer Ellipse liege.

Die Entwickelung dieses Satzes kann in folgender Weise geschehen:

Die Wahrscheinlichkeit, einen Fehler x (nach der X-Dimension eines Koordinaten-Systems) zu machen, ist:

$$\frac{h}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-h^2 x^2} dx.$$

Die Wahrscheinlichkeit, den Fehler y (nach der Y-Dimension) zu machen, ist:

$$= \frac{h_1}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-h_1^2 y^2} dy.$$

Folglich ist die kombinirte Wahrscheinlichkeit einen bestimmten Punkt (xy) innerhalb des Koordinaten-Systems XY zu treffen:

$$= \frac{h h_1}{\pi} \cdot e^{(-h^2 x^2 - h_1^2 y^2)} dx\, dy.$$

Alle Punkte nun innerhalb des Systems, deren x und y so beschaffen sind, daß

$$h^2 x^2 + h_1^2 y^2 = \text{Konstante},$$

haben gleiche Wahrscheinlichkeit, getroffen zu werden. Bezeichnen wir die Konstante mit c^2, so wird die letzte Gleichung:

$$h^2 x^2 + h_1^2 y^2 = c^2,$$

oder

$$\frac{h^2}{c^2} x^2 + \frac{h_1^2}{c^2} y^2 = 1.$$

Die so erhaltene transformirte Gleichung ist die Gleichung einer Ellipse, deren Halbachsen

$$A = \frac{c}{h} \text{ und } B = \frac{c}{h_1} \text{ sind.}$$

Es verhält sich aber

$$A : B = \frac{1}{h} : \frac{1}{h_1};$$

mithin sind alle Ellipsen ähnlich, so lange h und h_1 konstant bleiben.

Die Wahrscheinlichkeit, eine Ellipse von den Halbachsen a und b zu treffen, ist gleich der Summe der Wahrscheinlichkeiten aller innerhalb ihrer Contour gelegenen Punkte, getroffen zu werden, oder

$$= \frac{h h_1}{\pi} \int_{-a}^{+a} \int_{-b}^{+b} e^{(-h^2x^2 - h_1^2y^2)} \, dx \, dy$$

oder nach Gleichung

$$= \frac{h h_1}{\pi} \int_{-a_1}^{+a_1} \int_{-b_1}^{+b_1} e^{-c^2} \, dx \, dy.$$

Denken wir uns nun um die Ellipsen-Contour eine zweite ähnliche Contour unendlich nahe herumgezogen, so ist der dadurch entstandene Ring von unendlich kleiner Breitendimension aus Rechtecken von der Fläche dx dy zusammengesetzt zu denken. Summiren wir diese Rechtecke, so erhalten wir den Ring selbst oder das Differential der Ellipsenfläche = dE.

Unter Zugrundelegung dieser Betrachtung geht das Doppelintegral in die Form über:

$$= \frac{h h_1}{\pi} \int e^{-c^2} \, dE.$$

Es ist aber nach Gleichung

$$c = Ah,$$

der Inhalt der Ellipse aber

$$E = \pi A B.$$

Durch Substitution erhalten wir als Relation zwischen E und c

$$E = \pi A^2 \frac{h}{h_1}$$

$$dE = \pi \frac{h}{h_1} 2 A dA$$

$$c = A h.$$

Durch Substitution der Werthe in die Integralform der Gleichung erhalten wir:

$$W = -h^2 \int e^{-A^2 h^2} . (-2 A . d A)$$

$$= - \left[e^{-A^2 h^2} + \text{Konstante.} \right]$$

Zur Bestimmung der Konstanten setze man $A = 0$. Für diesen Fall wird auch $W = 0$, mithin:

$$0 = -[1 + \text{Konstante}],$$

oder

$$\text{Konstante} = -1.$$

Durch Einführung dieses Konstantenwerthes wird

$$W = 1 - e^{-A^2 h^2},$$

oder da

$$A h = c,$$

$$W = 1 - e^{-c^2} \text{ qu. e. d.}$$

Hier würden sich noch einige Folgerungen anschließen, z. B. die Ellipse konstanter Treffwahrscheinlichkeit schließt in einer bestimmten Fläche mehr Treffer ein als jede andere Figur von gleichem Flächeninhalte ꝛc.

Es soll aber wegen der geringen praktischen Bedeutung der ganzen Deduktion nicht weiter auf diese Folgerungen eingegangen werden.

III.

Das Schießen mit Shrapnels auf großen Entfernungen.

(Hierzu Figur 1—4 auf Tafel I.)

Die Vervollkommnung der modernen Feuerwaffen läßt es ganz unzweifelhaft erſcheinen, daß die Artilleriekämpfe ſchon in den Schlachten der nächſten Kriege auf größeren Entfernungen als bisher durchgeführt werden. Selbſt wenn man an der Forderung feſthält, daß die Artillerie den Entſcheidungskampf grundſätzlich auf Entfernungen unter 2400 m ſuchen ſoll, ſo werden die Verhältniſſe im Felde oft mächtiger ſein und zu einem Feuer auf größeren Entfernungen oft genug zwingen. Die Fälle, in denen die deutſche Artillerie im Feldzuge 1870/71 auf Entfernungen über 2500 m das Feuer eröffnete, ſind keineswegs ſelten. Ich will nur einiger ſolcher Beiſpiele, die ſich durch unzählige andere beliebig vermehren ließen, anführen.

In der Schlacht von St. Privat ſchoß die Artillerie der I. Armee auf Entfernungen zwiſchen 2500 und 4000 Schritt*) (2000 bis 3200 m); die Batterien des III. Korps ſüdlich Berneville ſtanden auf 3800 Schritt*) (3000 m); die Garde-Artillerie ſchoß in ihrer erſten Stellung bis auf 4000 Schritt*) (3200 m); die ſächſiſche Artillerie in ihren Stellungen nordweſtlich und nördlich Ste. Marie aux Chênes auf 4000 Schritt*) (3200 m). Das waren Offenſivgefechte, in denen ein näheres Herangehen ſich durch

*) Hoffbauer, die deutſche Artillerie in den Schlachten bei Metz. III. Th. S. 212.

die feindliche Besetzung vorgeschobener Punkte oder die Terrainverhältnisse verbot.

Noch größere Entfernungen finden wir da, wo die deutsche Armee sich in der Defensive befand. In der Schlacht bei Noisseville schossen Batterien der 3. Reserve-Division auf 4300 Schritt*) (3400 m), die Artillerie des I. Korps westlich Servigny-Poix auf 4500 Schritt**) (3600 m), einzelne Batterien bei der Verfolgung des Feindes sogar auf 5000 Schritt**) (3750 m).

Wenn solche Entfernungen bei einem Geschütz vorkommen, dessen Maximalschußweite nur bis 3800 m, dessen Aufsatz bis höchstens 2000 m reichte, so liegt es wohl auf der Hand, daß man in Zukunft mit noch größeren Entfernungen rechnen muß.

Freilich leisten unsere jetzigen Feldgeschütze auf den großen Entfernungen erheblich mehr als die alten; ja man darf dreist behaupten, daß die Ueberlegenheit derselben auf den großen Entfernungen erst recht zum Ausdruck kommen wird. Immerhin nimmt aber die Wirkung auf den großen Entfernungen sehr schnell ab. Der Grund hierfür liegt sowohl in der Abnahme der Präzision, wodurch die Zahl der wirksamen Geschosse vermindert wird, als auch in der Zunahme der Einfallwinkel, wodurch die Wirkung des einzelnen treffenden Geschosses beeinträchtigt wird. Nachstehende Tabelle giebt die Zahl der in maximo zu erwartenden Treffer gegen verschiedene Ziele, die Größe der Einfallwinkel und der bestrichenen Räume an.

		1500 m	2000 m	2500 m	3000 m	3500 m	4000 m
Treffer in Prozenten gegen:	ein Ziel von 1,8 m Höhe	61	36	24	17	14	9
	Geschütz 1,8 m h., 2 m breit.	48	20	11	6	4	2
Einfallwinkel in Graden		$4^{2}/_{16}$	$6^{8}/_{16}$	$9^{4}/_{16}$	$12^{3}/_{16}$	$15^{8}/_{16}$	$19^{2}/_{16}$
Bestrichener Raum in m		28	17	11	9	7	5

*) Hoffbauer, die deutsche Artillerie in den Schlachten bei Metz. IV. Th. S. 154.

**) Hoffbauer, die deutsche Artillerie in den Schlachten bei Metz. S. 155.

Bezeichnet man die Zahl der auf 1500 m gegen ein Geschütz zu erwartenden Treffer mit 100 so ist die

auf	2000 m	nur	41,6
„	2500 m	„	23,0
„	3000 m	„	12,5
„	3500 m	„	8,3
„	4000 m	„	4,1

d. h. wir würden auf 3000 m das 8fache, auf 4000 m das 25fache Munitions- also auch Zeitquantum gebrauchen, um dieselbe Wirkung wie auf 1000 m zu erreichen, vorausgesetzt, daß die Wirkung des treffenden Geschosses dieselbe wäre. Je größer aber die Entfernung, um so größer werden die Einfallwinkel und um so mehr Sprengstücke bleiben in der Erde stecken, während die weiter fliegenden unter sehr steilem Winkel abprallen und erheblich an Geschwindigkeit also auch Durchschlagskraft verlieren.

Das Zusammentreffen zweier die Wirkung so erheblich abschwächenden Ursachen hat zur Folge, daß die Granaten auf großen Entfernungen so gut wie gar keine Wirkung haben, selbst wenn das Einschießen vollkommen gelungen sein sollte. Nun ist aber leicht einzusehen, daß die Schwierigkeit des Einschießens mit der Größe der Entfernung wächst, weil nicht die größeren Streuungen, sondern auch die schwierigere Beobachtung das Gelingen in Frage stellen. Wenn man noch darauf rechnen kann, auf mittleren Entfernungen den mittleren Treffpunkt bis auf 25 m an den beabsichtigten heranzubringen, so wird man auf großen Entfernungen schon zufrieden sein müssen, wenn dies bis auf 50 m gelingt.

Die Erfahrung lehrt, daß die Wirkung des Shrapnels zwar auch mit der Entfernung abnimmt, jedoch nicht in dem Maße, wie dies bei der Granate der Fall ist, und daß das Shrapnel auf allen Entfernungen der Granate überlegen ist. Es ist daher ein sehr naheliegender Gedanke und sehr berechtigter Wunsch, die Wirkungssphäre des Shrapnels durch Konstruktion eines Zünders mit langer Brennzeit auf die großen Entfernungen auszudehnen. Dies ist nunmehr gelungen, und es entsteht die Frage, ob die Schießregeln, die bis jetzt — wenigstens in der Truppe — nur auf Entfernungen bis zu 2500 m erprobt sind, auch unbedenklich auf den großen Entfernungen angewendet werden können. Einzelne Regimenter haben in der diesjährigen Schießübung Gelegenheit gehabt,

dieſer Frage praktiſch näher zu treten. Uns war es leider nicht vergönnt, einer derartigen Uebung beizuwohnen. Wir wollen daher verſuchen, durch eine Betrachtung der Flugbahnverhältniſſe und mit Hülfe von früher geſammelten Erfahrungen eine Antwort auf dieſe Frage zu finden.

Aus den Angaben der Schußtafeln läßt ſich theils direkt, theils indirekt Nachſtehendes folgern:

1) Wegen der großen Einfallwinkel werden auf den großen Entfernungen bei normalem Funktioniren der Zünder die mittleren Sprenghöhen ſehr viel größer ſein als auf den kleinen und mittleren Entfernungen.

Entfernung m	Fallwinkel des nicht krepirten Shrapnels Grad	Mittlere Sprenghöhe für 50 m Sprengweite in m
1000	$2^{7}/_{16}$	3,0
1500	$4^{7}/_{16}$	4,5
2000	$6^{14}/_{16}$	6,5
2500	$9^{11}/_{16}$	9,4
3000	$12^{5}/_{16}$	11,8
3500	$15^{1}/_{16}$	14,5
3900	$17^{4}/_{16}$	16,7

Hieraus folgt, daß auf großen Entfernungen nur ſehr ſelten eine Sprengwolke in Beziehung zum Ziel zu bringen ſein wird, und daß mithin die Beobachtung des Shrapnels, die auf mittleren Entfernungen ſchon ſehr ſchwierig iſt, auf den großen Entfernungen beinahe zur Unmöglichkeit wird. Die einfache Konſequenz hieraus iſt, daß es auf den in Rede ſtehenden Entfernungen in weit höherm Grade als auf den kleinen und mittleren nothwendig ſein wird, die durch das Granatſchießen ermittelte Flugbahnlage zu Grunde zu legen und die Brennlänge ſo zu reguliren, daß Aufſchläge möglichſt vermieden werden und die Sprengpunkte ungefähr in richtiger Höhe erſcheinen.

2) Infolge der größeren Streuungen (die Längenſtreuungen ſind auf 3500 m etwa $1^{1}/_{2}$ mal ſo groß als auf 1500 m) wird das

Einſchießen mit Granaten weniger raſch vor ſich gehen als auf kleinen oder mittleren Entfernungen, ſelbſt wenn alle Beobachtungen richtig ſind. Der Fall, daß man mit einer Erhöhung, bei welcher der mittlere Treffpunkt beträchtlich (über 50 m) hinter dem Ziele liegt, Schüſſe vor demſelben erhält und umgekehrt, wird hier viel häufiger vorkommen. Die Unſicherheit der Beobachtungen, die naturgemäß mit der Entfernung zunimmt, trägt weiter dazu bei, das Einſchießen nicht nur zu verzögern, ſondern auch unſicher zu machen. Wenn wir wiſſen, daß auf mittleren Entfernungen bei etwa der Hälfte aller Schießen die kürzere Entfernung der engen Gabel um 50 m zu klein war, ſo werden wir behaupten dürfen, daß auf den großen Entfernungen dieſe kürzere Gabel bei der Hälfte aller Schießen um 75 m oder mehr zu klein ausfällt.

3) In den Figuren 1 bis 4 ſind die Enden der Shrapnelflugbahnen mit dem Durchſchnitt der Streuungskegel auf den Entfernungen von 1000, 2000, 3000 und 3900 m dargeſtellt. *) Der Vergleich der Figuren untereinander zeigt, wie die Abnahme der Raſanz des obern Theils des Streuungskegels die Wirkungstiefe des Shrapnels und damit zugleich ſeine Wirkung überhaupt mit Zunahme der Entfernung erheblich reduzirt. Nehmen wir eine Sprenghöhe an, wie ſie der normalen Sprengweite von 50 m entſpricht, ſo ergiebt ſich aus den Figuren, daß die Wirkungstiefe

auf 1000 m etwa 190 m
„ 2000 „ „ 150 „
„ 3000 „ „ 110 „
„ 3900 „ „ 62 „ beträgt.

Auf eine normale Sprengpunktslage iſt aber nicht immer zu rechnen, ſondern häufig wird die Sprenghöhe geringer ſein als die normale. Beträgt die Sprenghöhe nur die Hälfte der normalen, ſo reduzirt ſich die Wirkungstiefe des Shrapnels bei der Entfernung von

1000 m auf 175 m alſo um 8%
2000 „ „ 110 „ „ „ 21½%
3000 „ „ 70 „ „ „ 36%
3900 „ „ 33 „ „ „ 47%

*) Für die Entfernungen von 1000 und 2000 m iſt der Kegelwinkel zu etwa 17°, für die größeren zu 20° angenommen.

Andrerseits vergrößert sich bei doppelter Sprenghöhe die Wirkungstiefe bei einer Entfernung von

1000 m	auf ca.	195 m	also um ca.		2½ %
2000 "	"	160 "	"	"	14 %
3000 "	"	150 "	"	"	50 %
3900 "	"	100 "	"	"	65 %

Es kann sich hier natürlich nicht um die absoluten Zahlen handeln, die sich überhaupt nur ganz annäherungsweise angeben lassen. Aber trotzdem kann man in diesen Zahlen ein Gesetz erkennen, und mit aller Schärfe lassen sich folgende Schlüsse daraus ziehen, wobei es ganz gleichgültig ist, ob der Einfallwinkel um 1° bis 2° differirt, und ob der Kegelwinkel um 2° oder 5° zu groß oder zu klein angenommen ist.

Die Wirkungstiefe des Shrapnelschusses nimmt mit zunehmender Entfernung ab und zwar um so schneller, je tiefer der Sprengpunkt liegt. Auf kleinen und mittleren Entfernungen kann man bei nur annähernd richtiger Flugbahnlage immer noch auf eine gute Wirkung rechnen, vorausgesetzt, daß der Sprengpunkt vor dem Ziele und nicht gar zu hoch lag. Darin liegt die Stärke dieser Schußart; ihre Wirkung ist unabhängig von kleinen Richtfehlern und gewissen Unregelmäßigkeiten im Funktioniren der Zünder. Das ist auf den großen Entfernungen anders. Eine Sprenghöhe von nur 1 m giebt auf einer Entfernung von 1000 m selbst bei einer Sprengweite von 120 bis 150 m noch eine gute Wirkung; auf 3000 m hört bei einer solchen Sprenghöhe jede Wirkung auf, sobald der Sprengpunkt um mehr als 20 m vor dem Ziele liegt, auf 3900 m darf bei einer Sprenghöhe von sogar 5 m die Sprengweite nicht größer als 30 m werden.

Fehler von 30 bis 40 m, die beim Einschießen gar oft vorkommen und auf Entfernungen bis 2000 m ohne jede Bedeutung sind, beeinträchtigen die Wirkung auf den großen Entfernungen sehr erheblich. Ist die enge Gabel z. B. vollständig richtig gebildet, so kann die wahre Zielentfernung sehr wohl gleich der großen Gabelentfernung sein oder dieser sehr nahe kommen. Man wird in solchen Fällen das Shrapnelfeuer auf einer um etwa 50 m zu kleinen Entfernung eröffnen. Aus der Betrachtung der Figuren ergiebt sich unmittelbar, daß dies auf Entfernungen von 1000 und 2000 m ohne jede Bedeutung ist, daß dagegen auf 3000 m die Wirkung schon in Frage gestellt ist, wenn die Sprenghöhen (bei der Spreng-

weite von 100 m) etwas klein, nämlich unter 8 m ausfallen. Auf 3900 m ist dagegen die Wirkung bei normaler Sprenghöhe (17 m) Null; erst bei etwa 20 m Sprenghöhe würde das Ziel von den äußersten Kugeln des oberen Streuungskegels erreicht werden

Während geringe Sprenghöhen — vorausgesetzt, daß sie nicht so klein wurden, daß die Zahl der Aufschläge und Blindgänger zu groß wird — auf kleinen und mittleren Entfernungen eine vortreffliche Wirkung erwarten lassen und wegen ihrer leichteren Beobachtungsfähigkeit gerade erwünscht sind, muß man sie auf großen Entfernungen für sehr nachtheilig erklären, weil sie die Wirkungstiefe der Schüsse so erheblich vermindern.

Wollte man, um diesen Nachtheilen zu begegnen, dem Shrapnelschießen ein genaues Einschießen mit Granaten vorangehen lassen, so würde man dazu so viel Zeit gebrauchen, daß man mit dem Uebergang zum Shrapnelfeuer sicher zu spät kommen würde. Es ist leicht einzusehen, daß ein solches Einschießen auf den großen Entfernungen viel mehr Zeit erfordert als auf den kleinen. Wenn die Beobachtungsverhältnisse nicht ausnahmsweise günstig sind, so wird die Beobachtung eine ziemlich unsichere sein und die Zahl der fraglichen und falschen Beobachtungen zunehmen. Aber auch wegen der größeren Streuungen kann man selbst bei richtigen Beobachtungen nicht darauf rechnen, von vorn herein die Gabel richtig zu erschießen. Die Erkennung und Korrektur eines solchen Fehlers sind stets sehr zeitraubend. Man wird sich daher hier mit der Bildung der engen Gabel und der Kontrole derselben begnügen müssen. *)

Um eine größere Wirkungstiefe des Schusses zu erzielen, wird man kleine Sprenghöhen zu vermeiden haben und niedrige Sprengpunkte durch einseitige Korrekturen an Brennlänge oder Aufsatz beseitigen. Welches der beiden Mittel hierfür zu wählen ist, wird ganz davon abhängen, wie man beim Schießen auf den jetzt üblichen Entfernungen die Beseitigung von Aufschlägen ausführt, da eine definitive Entscheidung hierüber noch aussteht. Schließlich wird

*) Ein genaues Einschießen und demnächstiges Uebertragen der Granatentfernung auf das Shrapnel würde auch nur dann angängig sein, wenn die Schußtafeln beider Schußarten auf allen Entfernungen absolut übereinstimmten. Das ist aber bei dem Verfahren zur Ermittelung der Erhöhungen ein Ding der Unmöglichkeit.

man, wie das die Schießregeln bereits jetzt schon unter besonders schwierigen Beobachtungsverhältnissen empfehlen, lagenweise vor- und zurückgehen.

Der Verlauf eines solchen Schießens würde also folgender sein: Bildung und Kontrole der engen Gabel mit Granaten, Uebergang zum Shrapnelfeuer auf der kürzern Gabelentfernung, Reguliren der Sprenghöhe und Fortsetzung des Feuers unter lageweisem Laden abwechselnd mit der ermittelten, einer größern und einer kleinern Entfernung. —

Die Entfernungen dürften zweckmäßig um je 100 m von einander differiren. Ist der Unterschied kleiner, so ist das Maß, um welches die Wirkungstiefe vergrößert wird, — im Ganzen 100 m — zu unbedeutend; ist er größer, so läuft man Gefahr, auf den größeren Entfernungen das zu beschießende Terrain nicht in zusammenhängender Weise unter Feuer zu halten; es werden dann leicht einzelne Strecken desselben unbestrichen bleiben. Nehmen wir z. B. die kurze Gabelentfernung zu 3800 m, so würde man abwechselnd auf 3700, 3800 und 3900 m feuern und mit

Entfernung von 3700 m das Terrain von ca. 3685 bis 3745 m
" " 3800 " " " 3785 " 3845 "
" " 3900 " " " 3885 " 3945 "

unter Feuer halten. Man bemerkt, daß schon hierbei das Terrain zwischen 3745 und 3785 m, sowie zwischen 3845 und 3885 m nicht bestrichen wird. Diese Lücken sind aber doch sehr klein und dürften durch die Längenstreuung der Sprengpunkte genügend beseitigt werden. Nur wenn die Sprenghöhen gering ausfallen, können sie erheblich wachsen, wie ein Blick auf die Figuren zeigt; ebenso wenn man um mehr als 100 m lagenweise vor- oder zurückgehen wollte. Ebenso wird man bedeutende Lücken erhalten, sobald das Terrain am Ziel zur Visirlinie ansteigt. Stände z. B. ein Ziel an einem vordern Abhang, der unter 5° geböscht wäre, so vermindert sich bei normaler Sprenghöhe die Wirkungstiefe bei einer Entfernung von 3900 m von 65 auf pptr. 45 m, und das Terrain würde in einer Breite von vielleicht 55 m unbestrichen bleiben. In diesem Falle dürfte es dann doch wohl angezeigt sein, um nur 50 m lagenweise vor- oder zurückzugehen. Meist sind bei solchem Terrain die Beobachtungsverhältnisse so günstig, daß man vor sehr großen Fehlern geschützt ist und daher nicht nöthig hat, ein Terrain von so bedeutender Tiefe unter Feuer zu nehmen.

Aus dem Vorſtehenden dürfte hervorgehen, daß die großen Entfernungen das Verfahren beim Shrapnelſchießen zwar ein wenig modifiziren werden, daß aber die bisherigen Regeln vollkommen ausreichen und nur einer ſinngemäßen Anwendung bedürfen, daß endlich alle Künſteleien und kleinlichen Korrekturen gerade hier durchaus vermieden werden müſſen.

Rohne,
Major und Abtheilungs-Kommandeur
im 2. Brandenburgiſchen Feld-Artillerie-Regiment Nr. 18
(General-Feldzeugmeiſter).

IV.

Die ſchweizeriſche Artillerie Ende 1882.

Es iſt für das deutſche Offizierkorps nicht ohne Intereſſe, ſich den Stand des Artillerieweſens in der Schweiz näher zu betrachten, da ja in der neueren Zeit wieder vielfach die Frage erörtert wird, ob die Schweiz im Kriegsfalle ihre Neutralität aufrecht erhalten könne oder nicht. Wenn auch die ſchweizeriſche Armee als Milizarmee nicht den Stand der übrigen großen Armeen Europas erreichen kann, weil ihr die Zeit und das Material zur Ausbildung fehlen, ſo kann man auf der andern Seite doch nicht verkennen, daß ein reges Streben in derſelben nach Fortſchritt herrſcht und daß überall der gute Wille vorhanden iſt, ſich den anderen ſtehenden Heeren ebenbürtig zu machen. Dies gilt ganz beſonders von der Artillerie, welche in der kleinen Armee eine wahre Elitetruppe iſt. Das Jahr 1882 brachte für dieſe Waffe mehrere tiefgreifende Aenderungen, welche wohl geeignet ſind, die ſchweizeriſche Artillerie in den Rahmen der Artillerien der Nachbarſtaaten treten zu laſſen. Dieſe Veränderungen ſind die nachbenannten, welche theils durchgeführt ſind, theils in der erſten Hälfte des Jahres 1883 in Kraft treten.

1) Die Feldartillerie. Dieſelbe beſitzt bis jetzt 2 Kaliber, das leichte Feldgeſchütz mit einem Kaliber von 8,4 cm und das ſchwere mit einem ſolchen von 10,5 cm; erſteres iſt aus Bronze, letzteres aus Gußſtahl. Die näheren vergleichenden Angaben ſind in der nachſtehenden Tabelle enthalten:

Die Ladung beim leichten Feldgeſchütz beträgt 840, beim ſchweren 1062, und beim neuen leichten Geſchütz 1400 gr Geſchützpulver.

Benennung	Kaliber cm	Material des Rohres	Gewicht des Geschützes mit Ausrüstung und Munition kg	Gewicht des Geschützes mit Ausrüstung, Munition, aufgef. Bedienungsmannschaften kg	Zuglast pro Pferd der Bespannung kg	Anfangsgeschwindigkeit m	Gewicht der Granate kg	Gewicht der Shrapnel kg	Gewicht der Kartätsche kg	Länge (mit Zünder) Granate cm	Länge (mit Zünder) Shrapnel cm	Länge (mit Zünder) Kartätsche cm	Sprengladung der Granate gr	Sprengstücke der Granate	Anzahl der Kugeln Shrapnel	Anzahl der Kugeln Kartätsche
leichtes Feldgeschütz	8,4	Bronze	1640	2040 (5 Mann)	340 (6 Pferde)	396	5,6	5,6	5,6	21	20,5	19	300	50	130 à 22 gr	62 à 72 gr
schweres Feldgeschütz	10,5	Gußstahl	1975	2375 (5 Mann)	396 (6 Pferde)	388	7,8	9,2	8,2	21	21	20	600	24—30	170 à 16 gr	84 à 62 gr
neues leichtes Feldgeschütz	8,4	Hartbronze	.	.	.	.	6,2	6,2	.	.	.	.	140	135	180 à 16 gr	.

Das leichte Feldgeſchütz entſpricht den Anforderungen an ein leichtes Geſchütz keineswegs, es iſt deshalb ein neues Geſchütz an deſſen Stelle getreten und zur Hälfte ſchon in den Beſtänden eingeſtellt. Daſſelbe entſpricht am meiſten dem leichten öſterreichiſchen Feldgeſchütz und ſteht an Leiſtungsfähigkeit dem deutſchen Geſchütz nicht nach. Die Rohre haben Keilverſchluß und 18 Keilzüge; das neue Rohr erhält denſelben Aufſatz, wie das deutſche Modell, während die älteren Geſchütze noch mit dem hölzernen Aufſatz verſehen ſind.

Die Geſchoſſe ſind beim alten leichten Feldgeſchütz die Doppelwandgranate, beim ſchweren die gewöhnliche Granate und beim neuen leichten Feldgeſchütz die Ringgranate nach deutſchem Modell; die Neueinführung des leichten Geſchützes kann ſomit auch in dieſer Weiſe als ein Fortſchritt bezeichnet werden. Ueber die Einführung der Ringgranate beim ſchweren Geſchütz ſind wohl Verſuche im Gange, jedoch iſt die definitive Einſtellung noch nicht angeordnet. Die Einrichtung der im Geſchoß zu transportirenden Zünder dürfte in den weiteren Kreiſen des deutſchen Artillerie-Offizierkorps bekannt ſein und kann hier demgemäß nur als Notiz Erwähnung finden. Der Preis von Geſchoß und Ladung beträgt für das leichte Geſchütz 7 Frcs. 20 Cts., für das ſchwere 9 Frcs. 50 Cts., und für das neue leichte 10 Frcs. 10 Cts.

Die beiden erſten Geſchütze haben die alte franzöſiſche Laffete von Holz, während die neuen Feldgeſchütze mit einer ſolchen von Stahlblech verſehen werden und zwar im Allgemeinen wieder nach dem Modell der deutſchen Feldlaffete. Bei den beiden älteren Syſtemen fehlen die Achsſitze ganz, und die beiden Bedienungsnummern ſtellen ſich auf ein gewöhnliches Trittbrett, indem ſie ſich an den durch Oeſen der Laffetenwände geſteckten Hebebäumen halten, eine Einrichtung, welche für die Bedienungsmannſchaften höchſt unbequem und gefährlich iſt. Die Feldbatterie zählt 6 Geſchütze, 6 Munitionswagen, 1 Vorrathslaffete, 1 Rüſtwagen, 1 Feldſchmiede, 1 Fourgon, 2 Proviantwagen; die Munitionswagen ſowie die übrigen Fahrzeuge ſind größtentheils nach deutſchem Muſter gefertigt und durchweg als praktiſch anzuerkennen. Die Vertheilung der Munition iſt aus nachſtehender Tabelle erſichtlich:

Bezeichnung	In der Batterie				Im Divisionspark			Im Depotpark			Total pro Batterie inkluſ. Reservegeſchütze
	6 Geſchütze	6 Munitionswagen	1 Vorrathslaffete	Total	4 Munitionswagen	1 Reservegeſchütz	Total	6 Batteriegeſchütze	1 Reservegeſchütz	Total	
8cm-Feldbatterie:											
Granaten	120	408	20	548	272	20	292	440	190	630	1470
Shrapnels	108	348	18	474	232	18	250	374	162	536	1260
Kartätſchen	12	12	2	26	8	2	10	26	8	34	70
10cm-Feldbatterie:											
Granaten	120	360	20	500	240	20	260	760	230	990	1750
Shrapnels	48	192	8	248	128	8	136	386	119	505	889
Kartätſchen	24	24	4	52	16	4	20	70	19	89	161

Bei den Batterien vertheilen ſich die Schüſſe auf:

	beim leichten Geſchütz	beim ſchweren Geſchütz
die Geſchützprotzen . . .	40	32
„ Munitionswagen . .	128	96
„ Vorrathslaffete . . .	6 4/6	5 2/6
	174 4/6	133 2/6

Der Stand der Feldbatterie iſt an Offizieren: 1 Hauptmann, 2 Oberlieutenants, 2 Lieutenants, 1 Arzt; ferner 15 Unteroffiziere, 138 Mann, 20 Reit-, 100 Zugpferde. Die Mannſchaften und Unteroffiziere ſind gut inſtruirt und in der Bedienung der Geſchütze gewandt ausgebildet; das Reglement wird durch die Chargen ſicher gehandhabt. Die Offiziere haben bei den diesjährigen Manövern einen guten Eindruck hinterlaſſen, und beſonders auch im Verein mit den anderen Waffen ziemliche Kenntniß der neueren Gefechtstaktik an den Tag gelegt; auffallend war nur der häufige Stellungswechſel und das ungebührlich häufige Wechſeln des Zieles, welches faſt bei allen Batterien angetroffen wurde. Das Regle-

ment der Feldartillerie ist sehr schwerfällig, namentlich ist das Kommando der Entfernung und der Zielangabe zu lang, was seinerseits wieder die Batteriechefs zu viel zu umständlichen Bezeichnungen der Zielverhältnisse veranlaßt. Die Thätigkeit der Zugführer ist eine rein passive gewesen, was um so mehr auffallen muß, als gerade das Artillerie-Offizierkorps in der Schweiz einen fast durchweg gebildeten und gründlichen Fond besitzt. — Die Bespannung der Artillerie ist gut, sowohl was die Beschirrung anbelangt als auch das Pferdematerial; die Schweiz hat einen so großen Ueberschuß an tüchtigen Zugpferden, daß im Mobilmachungsfall alle Batterien und Parks vollzählig bespannt werden können, und noch 14 000 Pferde an die Landwehr-Kavallerie abgegeben werden. Die Bewegungsfähigkeit der Feldbatterien sowie die Fahrausbildung der Fahrer ist jedoch eine sehr geringe; letztere entspringt dem System der Ausbildung des Milizsoldaten und dem Mangel an hierauf verwendeter Zeit, erstere ist theils in dem sehr geschonten Pferdematerial, theils in dem steilen, bergigen, vielfach zerklüfteten Terrain zu suchen.

Der gesammte Stand an Feldartillerie beträgt:

8 cm-Batterien:	36 der Linie à 6 Geschütze	= 216 Geschütze
	7 der Landwehr à 6 Geschütze	= 42 „
	Ergänzungsgesch. für 36 Batterien	= 36 „
	Summa	294 8 cm-Gesch.
10 cm-Batterien:	12 in der Linie à 6 Geschütze	= 72 Geschütze
	1 in der Landwehr à 6 Geschütze	= 6 „
	Ergänzungsgesch. für 12 Batterien	= 12 „
	Summa	90 10 cm-G.

Es mögen hier nun noch einige Angaben über die ballistischen Leistungen des Feldartillerie-Materials Platz finden:

Bestrichener Raum gegen 1,8 m Ziel

		8,4 cm	10,5 cm
auf Meter	1000	39	37
	2000	16	14
	3000	8	7

	50 % Treffer erfordern				Endgeschwindigkeit		Treffer % in einem 1,8 m hohen Ziel	
	Zielhöhe		Ziellänge					
	8 cm	10 cm	8 cm	10 cm	8 cm	10 cm	8,4 cm	10,5 cm
1000	0,9	0,8	18	15	320	300	82 %	85 %
2000	2,3	2,6	19	20	265	240	40 %	35 %
3000	6,5	7,7	27	27	215	170	15 %	12 %

2) Die Gebirgsartillerie. An Gebirgsartillerie besitzt die Schweiz nur zwei Batterien; der Mangel weiterer Batterien ist wohl in den oberen Militärkreisen als ein sehr empfindlicher erkannt; die Lösung gleichzeitiger und momentan ebenso wichtiger Fragen jedoch, sowie die immerhin großen Kosten haben die Aufstellung weiterer Batterien bis auf Weiteres vertagt. Eine Aufstellung von weiteren Gebirgsbatterien ist denn auch nicht in der Linie, sondern nur in der Landwehr vorgesehen.

Die beiden Batterien haben das 7,5 cm-Gebirgsgeschütz von Stahl; die Laffete und Gabeldeichsel nebst 2 Munitionskisten mit je 10 Schüssen wiegen zusammen 407 kg. Die Anfangsgeschwindigkeit ist 274 m, die Endgeschwindigkeit auf 1000 m 105 m. Der bestrichene Raum ist gegen ein 1,8 m hohes Ziel auf 1000 m 23 m; auf 2000 m 9, auf 3000 m 5 m; gegen ein gleiches Ziel erhält man Treffer pCt. auf 1000 m 96 pCt.; auf 2000 m 51 pCt.; auf 3000 m 12 pCt., während 50 pCt. Treffer eine Zielhöhe erfordern auf 1000 m von 0,6, auf 2000 m 1,7, 3000 m 7,3 m und eine Ziellänge: 1000 m 8 m; 2000 m 9; 3000 m 20 m. — An Munition führt das Geschütz eine Ringgranate von 4,3 kg Gewicht, 18,5 cm lang und mit 100 gr Sprengladung und mit dem ähnlichen Perkussionszünder wie die Feldgranate; die Ladung beträgt 400 gr. Die Batterie hat an Fahrzeugen: 6 Geschütze, 2 Vorrathslaffeten, 60 Munitionskisten, 8 Vorraths- und Werkzeugkisten, 2 Arztkisten und 2 Pferdearztkisten; das Material ist äußerst praktisch und solid konstruirt. Beim Transport wird das Rohr auf ein Saumthier gepackt, ferner die Gabeldeichsel, die Laffete und noch 2 Munitionskisten auf 4 solche Thiere aufgepackt.

Die Anzahl der Pferde sind pro Batterie 12 Reitpferde und 71 Saumthiere; von den letzteren ist die aus dem Wallis rekrutirte Batterie Nr. 62 mit Maulthieren, die aus Graubündten stammende Batterie Nr. 61 mit Packpferden ausgerüstet; die ganze Ausrüstung der Batterien hat sich dieses Jahr bei den Manövern der 15. und 14. Brigade am St. Gotthard und in den wilden Gegenden des Furka- und Oberalppasses sehr gut bewährt. Die Batterien legten in verhältnißmäßig sehr kurzer Zeit die schwierigsten Gebirgspfade und Paßsteige zurück. Der personelle Stand ist denen der Feldbatterien gleich; die Ausbildung der Offiziere und Mannschaften ist eine sehr hohe und eingehende zu nennen.

Außer den beiden Batterien besitzt die Schweiz momentan nur noch 8 Schulgeschütze, so daß die Gesammtzahl auf 20 Gebirgsgeschütze sich beläuft.

3) Die Positionsartillerie. Qualität und Anzahl der Positionsgeschütze waren bis in die letzte Zeit durchaus ungenügend. Es sind an solchen Geschützen bis jetzt vorhanden gewesen:

43 10 cm-Hinterladerkanonen aus Bronze,
118 12 cm-Hinterladerkanonen aus Bronze,
6 15 cm kurze Hinterladerkanonen aus Bronze,
46 16 cm-Haubitzen, Vorderlader aus Gußeisen,
10 22 cm-Mörser aus Gußeisen.

Dieses Material entspricht nun keineswegs den neueren Anforderungen und ist zum größten Theil neben veralteten Verschlußsystemen so schadhaft, daß im Ernstfall ihr Gebrauch mehr Gefahren für die Bedienungen, als für den Gegner bringen dürfte. Hand in Hand mit der Erörterung der Landesbefestigungsfrage ist das Militärdepartement auch dieser Frage näher getreten, und da die Kosten die Verwirklichung der Befestigung der schweizerischen Grenzen wohl ganz in den Hintergrund gedrängt haben, wollte man doch auf der andern Seite die Vertheidigungsfähigkeit des Landes heben und glaubte dies am zweckentsprechendsten durch die Neubewaffnung der Positionsartillerie mit zeitgemäßem, gutem Geschützmaterial zu erreichen. Es ist keine Frage, daß diese Anordnung die Wehrfähigkeit der Schweiz in ganz bedeutendem Maße zu heben geeignet erscheint, insofern sie dadurch und durch den Charakter ihrer Grenzen mit den schwierigen Defileen und Paßstraßen befähigt ist, auch ohne großen Aufwand von permanenten

Feſtungsanlagen, ſondern nur von proviſoriſchen Werken aus einer feindlichen Armee und deren Beſtreben, den neutralen Boden zu betreten, erfolgreich und nachhaltig entgegenzutreten. Von dieſem Geſichtspunkt aus iſt die Umformung der ſchweizeriſchen Poſitionsartillerie nicht allein für die Schweiz ſelbſt, ſondern auch für die Nachbarländer von ſehr großer Wichtigkeit und von berechtigtem militäriſchen Intereſſe.

Es beſteht, wenn die Umwandlung Mitte des Jahres 1883 beendet ſein wird, die Poſitionsartillerie aus obigen 43 Hinterladern, 10,5 cm, aus Bronze, aus 125 ſchweren 12 cm-Kanonen, 50 12 cm gezogenen Mörſern und 75 8,4 cm-Kanonen. Mit Rückſicht auf die gebirgigen Gegenden und auf die Verwendung der Artillerie in Poſitionen, gegen welche ein eventueller Gegner keine ſchwerſten Geſchütze der modernen Belagerungstrains zur Verwendung bringen kann, hat man von der Einführung des 15 cm-Kalibers abgeſehen und hält das 12 cm-Kaliber für die zu löſenden Aufgaben für genügend und zwar mit Recht. Denn ſchwerlich dürfte ein Gegner ſich auf einen Feſtungskrieg einlaſſen in einem Terrain, welches dem Vertheidiger den ſteten Vortheil des Ueberhöhens gewährt.

Die 12 cm-Kanone entſpricht vollſtändig dem deutſchen ſchweren 12-cm, ſie iſt das eigentliche Demontirgeſchütz. Das Rohrmaterial iſt Gußſtahl, und wird dieſelbe von Krupp bezogen, um möglichſt raſch die Mängel der Poſitionsartillerie auszugleichen. Das Geſchoßgewicht beträgt 18 kg mit einem Ladungsverhältniß, welchem eine Anfangsgeſchwindigkeit von 480 m entſpricht. Als Laffete wird die deutſche Belagerungslaffete aus Stahlblech, ganz ähnlich der des ſchweren 12 cm-Geſchützes, angenommen, nur iſt die äußerſte Gewichtsgrenze auf 2900 kg geſetzt, ſo daß das Geſchütz auch noch auf nicht zu ſchwierigen Gebirgspaſſagen transportabel iſt, ohne zerlegt werden zu müſſen.

Der 12 cm gezogene Mörſer hat dieſelbe Munition wie die Kanone und erhält eine dem deutſchen 21 cm-Mörſer ähnliche Laffete viel leichterer Konſtruktion. Die Entfernungsgrenzen ſind hier auf 3000 m normirt. Die 8,4 cm-Kanone ſoll als Flankengeſchütz gelten und wird in ihren Konſtruktionsverhältniſſen nach dem neuen leichten Feldgeſchütz angefertigt. Von den beiden letzten Geſchützen werden die erſten Raten von Krupp bezogen, und erſt wenn der dringendſte Bedarf gedeckt iſt, werden dieſe Kaliber im eigenen Lande in Hartbronze fabrizirt.

Die Neubewaffnung ruft denn auch eine vollständige Reorganisation in perſoneller Beziehung bei der Poſitionsartillerie hervor; die bisher beſtandenen 10 Poſitionskompagnien mit einem Stand von 1430 Mann müſſen verdoppelt werden, da die neuen Geſchütze einen Perſonalſtand von über 3000 Mann erfordern. Und das hat in der Schweiz ſeine Schwierigkeit, da die neueſten Rekrutirungsverhältniſſe nicht gerade die befriedigendſten Reſultate ergaben. Dazu kommt noch die Umänderung der Fahrzeuge für den Munitionstransport und ſonſtigen Dienſt, die Vermehrung derſelben, Neueinrichtung von Telegraphen- und Telephonanſtalten, ſowie die Beſchaffung von Apparaten für elektriſche Beleuchtung. Die Geſammtkoſten der Neubewaffnung belaufen ſich auf 5 Millionen Franken.

So tritt denn auch die Artillerie der Schweiz, auf zwei Gebieten in der zeitgemäßen Umwandlung ihres Geſchützſyſtems begriffen, in das neue Jahr mit dem Beſtreben, ſich an die Seite der großen Fortſchritte auf artilleriſtiſchem Gebiet durch die ſtehenden Heere ſeiner Nachbarn zu ſtellen.

V.

Die ruſſiſchen Donau-Brücken im Kriege von 1877/78.

Von

Thilo von Trotha,

Hauptmann und Kompagniechef im 8. Weſtfäliſchen Infanterie-Regiment Nr. 57.

(Hierzu Figur 5 auf Tafel I.)

---

1. Einleitende Ueberſicht.

Den allgemeinen Gang der Operationen als bekannt vorausſetzend, werde ich mich darauf beſchränken, zunächſt eine allgemeine Ueberſicht über die im Laufe des Krieges hergeſtellten Donau-Uebergänge zu geben, und dann die einzelnen Uebergänge, ſoweit brauchbares Material darüber vorliegt, näher zu beſchreiben.

In der zunächſt folgenden Ueberſicht werden die einzelnen Uebergänge in der Reihenfolge von Oſten nach Weſten zur Aufzählung kommen.

Bei Braila wurde Ende Juni eine Brücke fertiggeſtellt, deren Mitte auf Flößen und deren beide Enden auf Pfahlwerk ruhten.

Bei Kalaraſch—Siliſtria wurde Anfang September vom rumäniſchen Ufer bis zur Inſel Salgan eine Brücke erbaut; ein vollſtändiger Uebergang bis zum bulgariſchen Ufer iſt hier auch ſpäter nicht hergeſtellt worden.

Bei Pirgos (oberhalb der Lom-Mündung) wurde im Auguſt ein Uebergang vermittelſt einer Fähre eingerichtet.

Die Anlage einer Brücke an dieſer Stelle war wegen zu großer Nähe von Ruſtſchuk nicht thunlich, man wählte hierzu die

Gegend von Petruſchani—Battin, wo die Inſel Boatin die Donau in zwei Arme theilt.

Nach etwa einmonatlicher Arbeit wurde hier Mitte November mit Benutzung der genannten Inſel ein Brückenübergang fertiggeſtellt, theils auf Pontons, theils auf Pfählen.

Ende Dezember wurde die Brücke durch Eisgang ſtark beſchädigt und mußte abgefahren werden; der für die Verpflegung der Armee des Thronfolgers ſehr wichtige Uebergang wurde unter großen Schwierigkeiten und Gefahren durch einen Dampfkutter und gekoppelte eiſerne Pontons unterhalten. Mitte Januar kam das Eis zum Stehen und konnte zum Uebergang benutzt werden; Ende Januar trat wiederum Eisgang ein, der längere Zeit anhielt; Anfang März 1878 wurde das ganze Brückenmaterial nach Dſchurdſchewo—Ruſtſchuk geſchafft und der Uebergang bei Petruſchani aufgehoben.

Bei Simniza—Siſtowa wurde Anfang Juli die erſte, und darauf Anfang Auguſt eine zweite Brücke fertiggeſtellt. Die erſte Brücke führte vom rumäniſchen Ufer zur Inſel Ada, und dann zum bulgariſchen Ufer; die zweite führte erſt zur Inſel Buſchireſko, von hier zur Inſel Ada, und dann ebenfalls ans bulgariſche Ufer. Im Winter mußten beide Brücken des Eisganges wegen abgefahren werden; der Verkehr wurde während dieſer Zeit durch Dampfſchaluppen vermittelt.

Bei Nikopolis wurde nach Einnahme der Feſtung durch die Ruſſen der Uebergang zunächſt durch Fähren vermittelt; Ende September wurde die vorher (ſeit Ende Auguſt) bei Korabia aufgeſtellt geweſene rumäniſche Pontonbrücke nach Nikopolis verlegt.

Außer den genannten während des Krieges hergeſtellten Uebergängen wurde nach Beendigung der Feindſeligkeiten Anfang März 1878 bei Dſchurdſchewo—Ruſtſchuk ebenfalls eine Brücke geſchlagen. Die über dieſen Bau bekannt gewordenen zahlreichen Einzelheiten dürften vom techniſchen Standpunkt aus nicht ohne Intereſſe ſein.

2. Die Brücke bei Braila.

Die unterhalb Braila bei Getſchet geſchlagene Brücke beſtand nach vollſtändiger Fertigſtellung aus drei Theilen.

Am rumäniſchen Ufer vermittelte ein 600 m langer Pfahlbau

die Verbindung vom festen Uferrand durch die sumpfige Niederung bis zum eigentlichen Strom; über diesen selbst führte eine 900 m lange Floßbrücke; am türkischen Ufer führte ein 1000 m langer Pfahlbau durch die sumpfige Niederung nach dem bei gewöhnlichem Wasserstande trockenen Uferrand, der im Juni 1877 ebenfalls überschwemmt war.

Die eigentliche Brücke, sechs Mann in Front breit, ruhte auf gewaltigen Flößen, welche aus runden, fest verbundenen Balken und einer Plankenschicht bestanden. Auf diesen Flößen standen Holzböcke, welche die eigentliche Fahrbahn trugen.

Zum Schutz der Brückenarbeiten war bereits am 19. Juni ein Detachement nach Getschet übergesetzt; am 21. Juni wurde die Brücke zunächst auf 600 m Länge aufgestellt; vom 24. Juni an scheint sie von Truppen wirklich zum Uebergang benutzt worden zu sein.

Die Instandsetzung, zum Theil Herstellung eines brauchbaren Weges durch die Ueberschwemmung bis Matschin verzögerte sich bis zum 4. Juli.

3. Die Brücke bei Petruschani—Battin.

Petruschani, auf dem rumänischen Ufer gelegen, ist etwa 3 km von dem wirklichen Ufer entfernt; der Weg dorthin führt durch eine bei hohem Wasserstande überschwemmte Niederung und war daher auf einem Damm geführt.

Die erste Brücke vom rumänischen Ufer bis zur Insel Boatin war 470 m lang und bestand aus 64 hölzernen Pontons mit einem aus 4 Pontons gebildeten Durchlaßgliede.

Die zweite Brücke von der Insel Boatin zum bulgarischen Ufer bestand aus drei Strecken: die erste, 480 m lange Strecke ruhte auf Pfählen, die zweite, 220 m lange Strecke ruhte auf Pontons, die dritte, 55 m lange Strecke wieder auf Pfählen.

Die Anfahrten zur Brücke sowie der 2 km lange Weg über die Insel Boatin waren chaussirt.

Die bei der Brücke verwendeten Pontons waren in Rumänien gebaut und hatten eine Länge von 10 m, eine Breite von 3 m, eine Tiefe von 1 m und eine Wandstärke von 45 mm.

Am 16. November wurde die Brücke in Gegenwart des Großfürsten Wladimir Alexandrowitsch feierlich eröffnet; die Aufsicht

Das leichte Feldgeſchütz entſpricht den Anforderungen an ei
leichtes Geſchütz keineswegs, es iſt deshalb ein neues Geſchütz a
deſſen Stelle getreten und zur Hälfte ſchon in den Beſtänden ein
geſtellt. Daſſelbe entſpricht am meiſten dem leichten öſterreichiſche
Feldgeſchütz und ſteht an Leiſtungsfähigkeit dem deutſchen Geſchü
nicht nach. Die Rohre haben Keilverſchluß und 18 Keilzüge
das neue Rohr erhält denſelben Aufſatz, wie das deutſche Modell
während die älteren Geſchütze noch mit dem hölzernen Aufſatz ver
ſehen ſind.

Die Geſchoſſe ſind beim alten leichten Feldgeſchütz die Dop
wandgranate, beim ſchweren die gewöhnliche Granate und
neuen leichten Feldgeſchütz die Ringgranate nach deutſchem Mo
die Neueinführung des leichten Geſchützes kann ſomit auch in
Weiſe als ein Fortſchritt bezeichnet werden. Ueber die Einführ
der Ringgranate beim ſchweren Geſchütz ſind wohl Verſuche
Gange, jedoch iſt die definitive Einſtellung noch nicht angeo
Die Einrichtung der im Geſchoß zu transportirenden Zünder
in den weiteren Kreiſen des deutſchen Artillerie-Offizi
bekannt ſein und kann hier demgemäß nur als Notiz Erw
finden. Der Preis von Geſchoß und Ladung beträgt für das
Geſchütz 7 Frcs. 20 Cts., für das ſchwere 9 Frcs. 50 Cts
für das neue leichte 10 Frcs. 10 Cts.

Die beiden erſten Geſchütze haben die alte franzöſiſche
von Holz, während die neuen Feldgeſchütze mit einer fo
Stahlblech verſehen werden und zwar im Allgemeinen wie
dem Modell der deutſchen Feldlaffete. Bei den beide
Syſtemen fehlen die Achsſitze ganz, und die beide
nungsnummern ſtellen ſich auf ein gewöhnliches Trittb
ſie ſich an den durch Oeſen der Laffetenwände geſte
bäumen halten, eine Einrichtung, welche für die
mannſchaften höchſt unbequem und gefährlich iſt. Die
zählt 6 Geſchütze, 6 Munitionswagen, 1 Vorrathslaff
wagen, 1 Feldſchmiede, 1 Fourgon, 2 Proviantwagen
tionswagen ſowie die übrigen Fahrzeuge ſind größt
deutſchem Muſter gefertigt und durchweg als praktiſch
Die Vertheilung der Munition iſt aus nachſtehende
ſichtlich:

ganges; der großen Wichtigkeit des Ueberganges wegen will man aber den Versuch machen, die Brücke möglichst lange zu halten. Am 26. tritt plötzlich ein ganz gewaltiger Eisgang ein, der sofort mehrere Pontons fortreißt.

Mit großer Mühe wird die Brücke bis zum Abend abgefahren; 14 Pontons der nördlichen und 7 der südlichdn Brücke gehen verloren.

Da man in der Geschwindigkeit die Anker nicht hat aufnehmen können, so warf man alle Ankertaue ins Wasser, nachdem man ihre oberen Enden an einem langen Quertau befestigt, dessen eines Ende man am Ufer befestigte, um später die Taue und Anker heben zu können.

Bei Petruschani stopfen sich massenhafte Transporte mit Proviant und Fourage; mit vieler Mühe wird eine Verbindung über den mit gewaltigen Eismassen treibenden Strom in der Art hergestellt, daß Maschinen aus je zwei gekoppelten eisernen Pontons von einem Dampfkutter durch das Eis geschleppt werden. Auf diese Weise werden nicht nur die aus den Wagen ausgeladenen Vorräthe, sondern auch Pferde und Schlachtvieh hinübergeschafft.

Am 6. Januar kommt das Eis im südlichen, am 17. Januar auch im nördlichen Arm zum Stehen, so daß es zum Uebergang selbst von Wagen benutzt werden kann.

Am 28. Januar beginnt abermals der Eisgang und damit das Ueberfahren vermittelst des Kutters und der Pontonmaschinen.

4. Die Brücke bei Simniza—Sistowo.

(Siehe Fig. 5, Taf. I.)

Simniza und Sistowo liegen einander auf etwa 3 km Entfernung gegenüber.

Das rechte (türkische) Ufer bildet einen dicht an den Fluß herantretenden ununterbrochenen Steilhang, der nur bei Sistowo auf einigen steilen Pfaden, und außerdem im Thal des Tekir Tere zu ersteigen ist, welcher Bach 2 km unterhalb der Stadt in die Donau fällt. Dicht oberhalb der Mündung wird der Bach von der nach Rustschuk führenden Straße überschritten.

Der bedeutend niedrigere linke (rumänische) Uferrand, auf welchem Simniza liegt, fällt ebenfalls ziemlich steil ab zu einer Niederung, welche sich noch etwa 1½ km breit zur Donau erstreckt.

Dieſe Niederung iſt bei hohem Waſſerſtande überſchwemmt, im Sommer dagegen meiſt ganz leer, aber in verſchiedenen Richtungen von Waſſerarmen mit wechſelnder Breite durchſchnitten.

Von dieſen Waſſerarmen ſind beſonders zwei erwähnenswerth, von denen der eine, etwa 100 m breit, ziemlich parallel mit der Stromrichtung lief, während der andere ſenkrecht zur Donau führte. Beide Arme ſchnitten aus der Niederung eine Art Inſel heraus, welche Fiſetek genannt wurde. Außerdem bildet die Donau hier zwei wirkliche Inſeln: die eine, mehr oberhalb gelegene, Buſchireska oder auch Cinginka genannt, hat vom linken Ufer eine Entfernung von 160 m; die andere, etwas weiter unterhalb gelegene, Ada genannt, iſt vom rechten Ufer 500 m entfernt; die Entfernung zwiſchen beiden Inſeln beträgt etwas mehr als 500 m.

Das Material, welches zum Bau der hier herzuſtellenden beiden Brücken zur Verfügung war, beſtand theils aus großen Balkenflößen, theils aus in Rumänien gebauten hölzernen Pontons von ziemlich denſelben Abmeſſungen wie die bei der Brücke von Petruſchani zur Verwendung gekommenen, theils aus Kähnen, welche, zu je zwei zuſammengekoppelt, den zahlreich auf der Aluta befindlichen Waſſermühlen zur Unterlage gedient, und welche je eine Länge von 8 m und eine Breite von 4 m hatten.

Dieſes ganze auf der Aluta bei Slatina geſammelte ungeheure Material wurde die Aluta abwärts geflößt und von der Mündung dieſes Fluſſes aus von Ende Juni bis Mitte Juli im Ganzen in elf Staffeln nach der Gegend von Simniza geſchafft.

Die jedesmal unter dem Schutz der Dunkelheit zurückgelegte gefährliche Fahrt dicht an den Kanonen der Feſtung Nikopolis vorüber ging im Ganzen überraſchend glücklich und mit nur unbedeutendem Verluſt von Statten.

Der Bau der erſten Brücke hatte bereits am 28. Juni begonnen, wurde jedoch ſehr geſtört durch einen heftigen Sturm, welcher in der Nacht vom 29. zum 30. Juni wüthete und 26 bereits eingebaute Pontons fortriß, infolge welcher Verzögerung der Brückenbau erſt am 2. Juni beendet werden konnte.

Der Bau der zweiten Brücke begann, nachdem am 18. Juli der Platz zum Brückenſchlag ausgewählt, und ſcheint am 8. Auguſt beendet geweſen zu ſein; für den Verkehr wurde dieſe Brücke erſt am 12. Auguſt eröffnet.

Ich gehe nunmehr zu den Einzelheiten dieſer beiden Brücken über.

Bezeichnung	In der Batterie				Im Divisionspark			Im Depotpark			Total pro Batterie inkluſ. Reservegeſchütze
	6 Geſchütze	6 Munitionswagen	1 Vorrathslaffete	Total	4 Munitionswagen	1 Reservegeſchütz	Total	6 Batteriegeſchütze	1 Reservegeſchütz	Total	
8 cm-Feldbatterie:											
Granaten	120	408	20	548	272	20	292	440	190	630	1470
Shrapnels	108	348	18	474	232	18	250	374	162	536	1260
Kartätſchen	12	12	2	26	8	2	10	26	8	34	70
10 cm-Feldbatterie:											
Granaten	120	360	20	500	240	20	260	760	230	990	1750
Shrapnels	48	192	8	248	128	8	136	386	119	505	889
Kartätſchen	24	24	4	52	16	4	20	70	19	89	161

Bei den Batterien vertheilen ſich die Schüſſe auf:

	beim leichten Geſchütz	beim ſchweren Geſchütz
die Geſchützprotzen . . .	40	32
„ Munitionswagen . .	128	96
„ Vorrathslaffete . . .	6 4/6	5 2/6
	174 4/6	133 2/6

Der Stand der Feldbatterie iſt an Offizieren: 1 Hauptmann, 2 Oberlieutenants, 2 Lieutenants, 1 Arzt; ferner 15 Unteroffiziere, 138 Mann, 20 Reit-, 100 Zugpferde. Die Mannſchaften und Unteroffiziere ſind gut inſtruirt und in der Bedienung der Geſchütze gewandt ausgebildet; das Reglement wird durch die Chargen ſicher gehandhabt. Die Offiziere haben bei den diesjährigen Manövern einen guten Eindruck hinterlaſſen, und beſonders auch im Verein mit den anderen Waffen ziemliche Kenntniß der neueren Gefechtstaktik an den Tag gelegt; auffallend war nur der häufige Stellungswechſel und das ungebührlich häufige Wechſeln des Zieles, welches faſt bei allen Batterien angetroffen wurde. Das Regle-

und dem bulgarischen Ufer war ebenfalls ungefähr 530 m lang und auf den aus der Aluta herbeigeschafften Mühlkähnen — welche 58 Joche bildeten — sowie 5 Böcken erbaut.

Die Verhältnisse des Wasserstandes und des Eisganges waren hier annähernd wie bereits bei Gelegenheit der Brücke von Petruschani beschrieben worden.

Der Verkehr zwischen den in Simniza und Sistowa etablirten Telegraphenstationen wurde längere Zeit hindurch durch Kosakenordonnanzen vermittelt, später wurden beide Stationen durch eine über die eine (wie es scheint die erste) Brücke gelegte Leitung mit einander verbunden.

5. Die Brücke bei Korabia,

welche von den Rumänen am 26. August geschlagen wurde, bestand zunächst vom rumänischen Ufer bis zu der in der Nähe dieses Ufers gelegenen Insel aus einer Bockbrücke, während die Brücke von dieser Insel bis zum bulgarischen Ufer auf 93 Pontons erbaut war; später wurde diese Brücke abgebrochen und aus demselben Material eine Brücke bei Nikopolis geschlagen.

6. Die nach Beendigung der Feindseligkeiten erbaute Brücke bei Dschurdschewo—Rustschuk.

Speziell mit der Bestimmung, noch eine Brücke über die Donau herzustellen, wurden im August 1877 noch je eine Kompagnie des 1. und 2. Pontonnier-Halbbataillons mobilisirt und nach dem Kriegsschauplatz in Bewegung gesetzt.

Erst im November waren beide Kompagnien in Frateschti eingetroffen, und erst Ende Februar 1878 traf hier das für diesen Brückenschlag bestimmte Material ein: die Floßbrücke von Warschau von 240 m Länge und die im Jahre 1864 konstruirte Floßbrücke von Nowogeorgiewsk mit 160 Flößen.

Die einzelnen Stämme hatten eine Länge von ungefähr 15 m, diejenigen der Warschauer Brücke eine Dicke von 36 cm, diejenigen der Nowogeorgiewsker Brücke eine solche von 54 cm.

Am 26. Februar begann die Ueberbrückung zwischen dem rumänischen Ufer bei Dschurdschewo und der Insel Ramadan.

Die Breite dieses Armes beträgt 120 m, die größte Tiefe 3 m, die Geschwindigkeit der Strömung 0,7 m in der Sekunde.

Die Brücke bestand aus 22 Flößen und wurde in vier Tagen fertiggestellt. Die Linie der Windanker lag 24 m, diejenige der Stromanker 36 m von der Brücke entfernt.

Am 8. März war das übrige Material theils auf der Insel Ramadan, theils in dem linken Donau-Arm bereit gestellt, worauf am 9. März der Brückenschlag über den Hauptarm begann.

Das ebene Ufer der Insel Ramadan liegt nur 1 m, das steile bulgarische Ufer aber 30 m über dem Spiegel des Flusses. Die Breite des Hauptarmes beträgt 700 m, die größte Tiefe des Fahrwassers bei gewöhnlichem Wasserstande 13 m, die Schnelligkeit der Strömung 2 m in der Sekunde.

Mit Hülfe eines Schleppdampfers wurden am 9. März 22, am 10. März 14, am 11. und 12. März je 18 Flöße eingebaut; am 13. März 2 Durchlaßmaschinen, jede aus drei Flößen bestehend, und außerdem 8 gewöhnliche Flöße; am 14. März 22, am 15. März 24 Flöße. An genanntem Tage um 11 Uhr Nachts war die Brücke fertig; sie bestand im Ganzen aus 132 Flößen mit 132 Strom- und 66 Windankern.

Die Durchlaßöffnung hatte eine Länge von 25 m, wurde später aber der vielfachen Beschädigungen wegen, welche durchpassirende Schiffe verursachten, auf das Doppelte erweitert.

Das Oeffnen des Durchlasses verlangte einen Zeitaufwand von 15 Minuten; das Einfahren dauerte bei ruhigem Wetter 30—40 Minuten, bei starkem Winde eine Stunde und darüber.

Zum Aus- und Einfahren waren 80 Arbeiter erforderlich das Oeffnen des Durchlasses fand für gewöhnlich täglich einmal statt.

Zur Nachtzeit brannte mit kreuzweiser Abwechselung auf jedem dritten Floß eine Laterne.

Die Tragfähigkeit der anfänglich aus je 7 Balken bestehenden Flöße war so gering — 196 Pud (3210 kg) — daß der Transport von Belagerungsartillerie über die Brücke nicht möglich war; zu diesem Zweck mußte durch Vergrößerung der Balkenzahl in jedem einzelnen Floße die Tragfähigkeit desselben bis auf 300 Pud (4900 kg) erhöht werden.

Als eine Heerde von 50 Ochsen über die Brücke getrieben wurde und durch Unvorsichtigkeit der Führer der vorgeschriebene Abstand von 20 Schritten zwischen je zwei Paar Ochsen verloren ging, so daß sämmtliche 50 Thiere sich auf einen Haufen zusammen-

drängten, begann die Brücke an dieſer Stelle zu ſinken, und als nun die erſchreckten Thiere alle nach einer Seite liefen, nahm die Brückenbahn an dieſer Stelle eine Böſchung von etwa 35 Grad an, ſo daß die meiſten der Thiere und einige auf der Brücke befindliche Fuhrwerke in den Strom ſtürzten und die Brücke an dieſer Stelle zerriß.

Ein furchtbarer zweitägiger Schneeſturm verurſachte bedeutende Beſchädigungen, ohne jedoch die Brücke wirklich zu zerreißen.

Als bei dem Frühjahrs-Hochwaſſer der Strom bedeutend ſtieg, mußte die Brücke durch dreizehn neu eingefahrene Flöße verlängert werden.

Später ſollte bei Ruſtſchuk eine Brücke aus Blechcylindern gebaut werden. Die theils in Dortmund theils in Paris gefertigten Cylinder hatten eine Länge von 8 m, einen Durchmeſſer von 1,2 m, die Enden waren halbkugelförmig geſchloſſen. Je vier gekoppelte Röhren ſollten ein Joch bilden; die Brücke ſollte eine doppelte Fahrbahn erhalten und die eigentliche Brückenbahn aus Eichenholz beſtehen.

Etwa 800 ſolcher Cylinder waren thatſächlich nach Ruſtſchuk geſchafft, wurden aber, ohne zu wirklicher Verwendung gekommen zu ſein, nach Rußland wieder zurückgeſchafft.

VI.

Franz Ritter v. Hauslab,

k. k. Feldzeugmeister.

Am 11. Februar d. J. ist zu Wien mit dem k. k. Feldzeugmeister Franz Ritter v. Hauslab ein Mann aus dem Leben geschieden, welcher nicht allein in seinem Heimathslande geachtet und geehrt zu werden verdiente, sondern dessen Name auch thatsächlich weit über Oesterreichs Grenzen hinaus genannt und gekannt wird.

Hauslab entstammte einer steierischen Adelsfamilie, die noch um die Mitte des vorigen Jahrhunderts auf Urkunden den Namen Hauslaib führte. Sein Vater war Offizier, diente durch einige Zeit auch bei dem Infanterie-Regimente Colloredo, machte die ersten Revolutions-Feldzüge gegen Frankreich mit, quittirte aber später den Dienst und beschloß sein Leben als Privatmann in Wien. Hier wurde auch Franz v. Hauslab am 1. Februar 1798 geboren. Er erhielt den Elementarunterricht anfänglich durch einen Hauslehrer und später ein Jahr hindurch an einer Wiener Volksschule.

Im zehnten Lebensjahre kam der junge Hauslab in die Ingenieurakademie, wo er in jedem Jahrgange zu den ersten Schülern zählte. Er würde in gewöhnlichen Zeiten eben deshalb wahrscheinlich in das Ingenieurcorps eingereiht worden sein. In den Kriegsjahren 1813—15 wurde aber der Lehrkursus für jene Zöglinge, welche den Eintritt in die Armee nachsuchten, abgekürzt.

So wurde auch Hauslab, wenig über 17 Jahre alt, zum Fähnrich ernannt und in das 2. Infanterie-Regiment Kaiser

[illegible] und machte mit dem Regi- [illegible] gegen Frankreich mit. Nach dem [illegible] in das Lager von Dijon, [illegible] betrachte.

[illegible] wurde der junge Offizier dem [illegible] und bei der Mappirung in [illegible] Die von ihm im Jahre 1817 [illegible] Ferner (oder vielmehr der [illegible] Bewunderung und lenkte die [illegible] auf ihn. Es war dies ein [illegible] noch im besonderen Grade [illegible] wurde er in einem fast ein halbes [illegible] Werke über Terrainformation der [illegible]

[illegible] eine Beförderung zum Lieutenant, [illegible] Lehrer in der Ingenieurakademie, [illegible] zum Ingenieurcorps verbunden [illegible] Aufenthaltes in Frankreich nicht [illegible] wandte er den Leistungen der polytech- [illegible] Lehranstalten eingehende Aufmerk- [illegible] gemachten Erfahrungen zu ver- [illegible] Lehrer schon im folgenden Jahre [illegible] bei der Aufnahme und Ausführung [illegible] hervor, indem er die bis dahin nur [illegible] dort nur selten angewendete Me- [illegible] Terrains mit Horizontalschichten zuerst [illegible] durch die erzielten Erfolge aber den [illegible] Methode bei der Herstellung sämmt- [illegible] auch um die allgemeinere Anwen- [illegible] Schraffirmethode erwarb sich Hauslab

[illegible] einer Zeit war das Schraffiren nach [illegible] schon bekannt, aber es wurde [illegible] Verständniß ausgeführt, und die bildliche [illegible] gar nicht erkennen.

[illegible] gelang es, auf den Weg hin- [illegible] wahren Anschauung der Natur [illegible] und Darstellung des Terrains [illegible] Verständniß würde auch die vor- [illegible] bleiben. Mit Recht darf darum

Hauslab als der Begründer der neuen Schule, in welcher ihm Weis, Fligely, Scheda, Ziegler u. A. nachfolgten, betrachtet werden.

Er wurde schon nach wenigen Jahren zum Oberlieutenant und im Jahre 1827 zum Hauptmann befördert, während welcher Zeit ihm seine Thätigkeit als Lehrer, Kartograph und Mappeur, sowie seine vielen anderweitigen Studien einen in immer weitere Kreise dringenden Namen schafften. So verwendete ihn Erzherzog Johann, dem gewiß zahlreiche Montanisten von Beruf zur Verfügung standen, bei der Aufnahme und geognostischen Erforschung des steierischen Erzberges, und schon damals wurde sein Rath sowohl von einzelnen Persönlichkeiten als von verschiedenen Gesellschaften eingeholt. Kurz vor der Schlacht bei Navarin wurde Hauslab der österreichischen Flottenabtheilung in der Levante zugetheilt und, da es zu dem erwarteten Angriffe der dortigen Küstenforts nicht kam, der Gesandtschaft in Konstantinopel zugewiesen.

Hauslab fand hier ein reiches Feld zur Anwendung und noch mehr zur Vermehrung seines Wissens; mit ungewöhnlichem Eifer und Erfolg wendete er sich dem Studium und der Erforschung der Sprachen, Verhältnisse und Zustände des Orients zu, und schon nach zweijährigem Aufenthalte dortselbst wurde er von dem hierin gewiß competenten Hammer-Purgstall für einen vorzüglichen Orientalisten erklärt. Er sollte in späterer Zeit durch den Erfolg, mit welchem er mehrere Missionen nach dem Orient erledigte, die Richtigkeit dieses Urtheils bestätigen.

Nach seiner Rückkehr von Konstantinopel setzte Hauslab seine Thätigkeit an der Ingenieurakademie fort, betrieb aber zugleich seine eigene höhere Ausbildung mit unermüdetem Eifer, indem er die Vorträge der damaligen Matadore der Universität und der Polytechnik in Wien, wie z. B. eines Baumgartner, Chaquin, Mohs und Meißner, besuchte und zu den ständigen Besuchern der vorzüglichsten Bibliotheken und Sammlungen zählte. Sowie er seine ganze Zeit dem Studium widmete, so wendete er jetzt und in der Folge den größten Theil seines Einkommens dem gleichen Zwecke und der Erwerbung seltener Bücher, Pläne und der mannigfaltigsten Kunstgegenstände zu, wobei er jedoch in einer nur bei wenigen Sammlern zu findenden rationellen Weise vorging. Seine Bibliothek und seine Sammlungen galten schon zwanzig Jahre später als

besondere Merkwürdigkeiten und sollten endlich europäischen Ruf erlangen.

Dabei fand Hauslab auch noch Zeit zu produktiver Thätigkeit, und so verfertigte er neben einigen geognostischen und archäologischen Abhandlungen während einer längeren Urlaubsreise eine Karte von Steiermark, die allerdings das beste bis dahin geschaffene Werk dieser Art war, jedoch nicht in die größere Oeffentlichkeit gelangte, da nur eine geringe Zahl von Exemplaren abgezogen wurde.

Er wurde nun nach mehreren Dienstverwendungen von kürzerer Dauer dem Hofstaate des Erzherzogs Carl zugetheilt und mit der Leitung des militärischen Unterrichtes der Söhne desselben, der Erzherzöge Albrecht (des jetzigen Feldmarschalls), Carl Ferdinand und Friedrich, betraut. Während der fünf Jahre, die Hauslab in dieser ehrenvollen Verwendung verbrachte, wurde seine Thätigkeit noch in verschiedener anderer Weise in Anspruch genommen. So wurde er dem Achmed Fethi Pascha, als dieser die Glückwünsche des Sultans zur Thronbesteigung des Kaisers Ferdinand I. überbrachte, beigegeben und begleitete denselben auf der Reise durch Oesterreich und Steiermark und bei der Besichtigung vieler militärischer und technischer Anstalten.

Zwei Jahre später wurde Hauslab an den Hof des Sultans Abdul Medschid gesendet, um diesem die Geschenke des Kaisers zu überbringen. Er ging von da zu den großen russischen Manövern bei Wosnesensk, bereiste hierauf die russischen Militärkolonien, die Krim und kehrte, indem er in Konstantinopel, Smyrna, Syra, Athen und auf den jonischen Inseln kürzere oder längere Zeit verweilte, nach Triest und von da nach Wien zurück. Hier wurde er mit der Leitung des Unterrichtes der türkischen Offiziere, welche der Sultan zu ihrer Ausbildung nach Oesterreich geschickt hatte, betraut und kam dieser Aufgabe unbeschadet seiner vielfachen anderen Dienstverwendungen bis zu ihrer Beendigung nach.

Sein Wissen und sein Streben hatten nun auch außerhalb Oesterreich Beachtung und Anerkennung gefunden. Die geologische Gesellschaft in Paris hatte ihn bereits 1834 zu ihrem Mitgliede ernannt, und bald folgten die Diplome verschiedener anderer gelehrten Gesellschaften und Vereine, sowie mehrere in- und ausländische Ordenszeichen. Im Jahre 1835 war Hauslab Major, 1840 Oberstlieutenant und im Jahre 1843 Oberst im Generalstabe

geworden. In letzterem Jahre wurde ihm die ehrenvollste und jedenfalls wichtigste aller Aufgaben, welche ihm bisher geworden, übertragen. Nachdem er auch den jüngsten Sohn des Erzherzogs Carl, den Erzherzog Wilhelm (nunmehrigen General-Artillerieinspektor) sowie die Prinzen Friedrich und Ludwig von Baden in den militärischen Wissenschaften unterrichtet hatte, erhielt er die Mission, die zwei ältesten Söhne des Erzherzogs Franz Carl, den gegenwärtigen Beherrscher von Oesterreich und den verewigten Kaiser von Mexiko, in den militärischen Fächern zu unterrichten und die Leitung ihrer gesammten weiteren Ausbildung zu übernehmen. Unter den zahlreichen von verschiedenen Fürstenerziehern ad usum delphini verfaßten Büchern und Essays entsprach wohl keines so vollkommen seinem Zwecke als der von Hauslab dem Hofe vorgelegte und dann auch durchgeführte Lehr- und Erziehungsplan. Auf fünf Jahre war Letzterer berechnet, und als diese gesetzte Frist verstrichen war, war das Jahr 1848, welches den ältesten Zögling Hauslabs auf den Thron berufen sollte, herangekommen. Zugleich kam die Beförderung Hauslabs zum Generalmajor, als welcher er zuerst eine Infanteriebrigade in Brünn erhielt.

Die sich überstürzenden Ereignisse in Wien mußten indessen den daselbst noch befindlichen kaiserlichen Prinzen den Aufenthalt verleiden, und so resignirte auch Erzherzog Wilhelm auf die Artilleriebrigade, welche er seit dem Herbst des vorigen Jahres befehligt hatte. An seine Stelle wurde Hauslab berufen. Es war dieses ein entscheidender Wendepunkt in seinem Leben.

Infolge des Oktoberaufstandes wurde Wien von den kaiserlichen Truppen verlassen, und an der darauf folgenden Wiedereinnahme der Stadt hatte Hauslab einen wichtigen Antheil, da er theils die Ausrüstung der Artillerie aus den in der Umgebung (Türkenschanze, Simmering, Neugebäude) befindlichen Depots beschleunigte, theils die zweckmäßige Verwendung der Artillerie anordnete. Schon hier zeigte sich die Richtigkeit seines Grundsatzes, daß die rasche und überwältigende Wirkung der Artillerie auf dem entscheidenden Punkte zum Siege führen müsse. Denn während die gegen die Leopoldstadt vorrückenden Truppen nur unter ziemlich empfindlichen Verlusten, weil hier eben kein Platz für die Entwicklung der Artillerie war, Terrain gewinnen konnten, und an den anderen Punkten das Gefecht mehr demonstrativ geführt wurde, führte die bei der St. Marxer Linie verfügte Zusammenziehung

mehrerer Batterien (worunter eine auf Hauslabs Betreiben nur wenige Tage früher zusammengestellte Batterie von achtzehnpfündigen Feldkanonen) binnen einer Stunde die Entscheidung herbei.

Nach der Einnahme der Hauptstadt war Hauslab zunächst bei der Organisation der Artillerie der nach Ungarn bestimmten Armee und der erforderlichen Nachschübe, dann aber bei den Entwürfen für das anzulegende Arsenal thätig, sowie er auch später als Präses den begonnenen Bau leitete. Wenn die Idee der Anlage des Arsenals zunächst dem Feldzeugmeister v. Welden, und in zweiter Linie dem damaligen Chef des Artilleriewesens, dem Feldmarschalllieutenant v. Augustin zugeschrieben wird, so war Hauslabs Verdienst nicht geringer, da er der ziemlich unklaren Idee Gestalt verlieh und den Plan des riesigen Baues in seinen Hauptzügen entwarf.

Die erste Periode des ungarischen Feldzuges endete bekanntlich für die österreichische Armee nicht glücklich. Und obwohl die österreichische Artillerie in Bezug der Ausbildung ihrer Offiziere und Mannschaft der ungarischen Artillerie weit voranstand, so wurde doch auf österreichischer Seite über die Ueberlegenheit der ungarischen Artillerie geklagt. Hauslabs scharfer Blick erkannte jedoch sofort, daß diese Ueberlegenheit keineswegs der Zahl der Piecen oder der angeblich großen Zahl schwerer Batterien, sondern einfach der unzweckmäßigen Vertheilung und mangelhaften Verwendung der österreichischen Artillerie beizumessen war. Denn die Batterien waren theils bei der ganzen Armee verzettelt, theils wurden die bei der Geschützreserve eingetheilten Batterien einzelweise zur Verstärkung der verschiedenen Brigaden entsendet oder in einer solchen Entfernung von der Armee zurückbehalten, daß an ihr rechtzeitiges Eintreffen auf dem Schlachtfelde nicht zu denken war. Diese in einem von Hauslab abgegebenen Gutachten ausgesprochenen Anschauungen trugen dazu bei, daß gerade er zum Feldartillerie-Direktor der unter Haynaus Oberbefehl gestellten Armee ernannt wurde.

Schon bei Raab zeigte sich die Zweckmäßigkeit der von ihm getroffenen Maßregeln, obgleich es hier noch nicht zu einem entscheidenden Eingreifen der Artilleriereserve kam. In zwei Abtheilungen gegliedert, folgte Letztere nun der Hauptarmee auf ihren forcirten Märschen und stets so geleitet, daß sie im Bedarfsfalle sofort eingreifen konnte, und andrerseits bei einem Rückzuge der

Train weder hinderlich noch gefährdet war. Die Artillerie der feindlichen Hauptarmee war an Zahl stärker, dennoch gelang es, ihr gegenüber an dem entscheidenden Punkte mit zermalmender Ueberlegenheit aufzutreten. Daß Solches geschah, war fast einzig Hauslabs großes Verdienst. Die Art, in welcher er seine Batterien bei Szöreg so zu sagen ohne Vorbereitung und wie mit einem Schlage an den Feind brachte, war allerdings gewagt, aber sie paßte zu der ganzen Operationsmethode des kaiserlichen Heerführers. Und Letztere war wieder nur unter der kräftigsten Mitwirkung der Artillerie möglich und zugleich nothwendig.

Schon war Arad gefallen. Wäre nun Haynau nicht so blitzschnell von Pest zu dem Entsatze Temesvars hinabgeeilt, so fiel auch dieser Platz, wodurch die ungarische Armee eine vortreffliche Stellung erhielt und die Vereinigung mit der Armee Görgeys und den Trümmern der siebenbürgischen Armee abgewartet, dann aber die österreichische Hauptarmee geschlagen und der Krieg endlos in die Länge gezogen werden konnte. Hauslab ging in die Ideen seines Feldherrn so ein, wie es eben nur von dem vortrefflichsten Generalstabschef verlangt werden kann. Sein Verfahren leitete zum Siege von Szöreg — dessen Bedeutung um so höher angeschlagen werden muß, weil soeben Klapka seinen glücklichen Ausfall aus Komorn ausgeführt hatte und die Nachricht davon für die von einem Echec betroffene österreichische Armee leicht die verderblichsten Folgen haben konnte.

Noch entscheidender war der Tag bei Temesvar, und noch hervorragender war die Rolle, welche die Artillerie in diesem Kampfe spielte. Hauslab verwendete seine Batterien in einer Weise, wie man es seit den Zeiten des Generals Senarmont und der anderen napoleonischen Artilleriegenerale nicht gesehen hatte, und sein Verdienst war um so größer, da er der Absicht seiner Gegner, welche ihre Artillerie ebenfalls vereinigen wollten und dann eine vielleicht noch größere Geschützzahl zusammengebracht haben würden, zuvorkam, und dadurch den Sieg mit außerordentlich geringen Opfern erkaufte. Das Kreuz des Maria-Theresienordens war die wohlverdiente Belohnung des Generals, von dessen reichem Ordensschmucke auch nur dieser eine Orden speziell angeführt werden möge.

Die Anordnungen zur Uebernahme des massenhaft eroberten Artilleriematerials und zur Wiederarmirung der stark mitgenommenen festen Plätze war die nächste Sorge Hauslabs, welcher

bald darauf nach Widdin entsendet wurde, um die Rückkehr der auf türkisches Gebiet geflüchteten Insurgenten zu erlangen. Seinem Zureden und einer von ihm verfaßten Proklamation gelang es, die Mehrzahl der Flüchtigen, gegen 5—6000 Mann, zum Aufgeben ihrer feindlichen Absichten, zum Niederlegen der Waffen und zur Rückkehr in die Heimath zu bewegen, zugleich aber auch den Pascha von Widdin dahin zu bringen, daß er nicht nur jede weitere Feindseligkeit des Restes der Flüchtlinge verhinderte, sondern auch deren successive Internirung nach den asiatischen und südtürkischen Provinzen durchführte.

Nach der Rückkehr wurde Hauslab zum Feldmarschallliutenant und bald darauf zum Feldartilleriedirektor der ersten Armee in Wien ernannt. Hier im Sitze der Centralbehörden war es, zumal da Hauslab schon damals der rangälteste General nach dem Artilleriedirektor Augustin war, selbstverständlich, daß er bei dem Entwurfe der neuen Artillerieorganisation und bei vielen anderen wichtigen Fragen zu Rathe gezogen und ihm die Oberleitung der meisten bei Wien abgehaltenen Versuche übertragen wurde. Sein Wort war von schwerwiegender Bedeutung, wenn auch nicht immer so entscheidend, als es zu erwarten und zu wünschen gewesen wäre. Doch fehlte es auch nicht an Reformen und Versuchen, welche nur auf seine Anregung durchgeführt wurden.

Er erkannte ganz richtig, daß das todte Material der Artillerie ein veraltetes war und daß alle Reorganisationen der Artillerietruppe nicht den erwarteten Erfolg haben konnten, so lange nicht auch bessere Geschütze eingeführt wurden. Er glaubte in der Anwendung der eben damals durch den Obersten v. Lenk wesentlich verbesserten Schießbaumwolle den kürzesten Weg zur Erreichung des beabsichtigten Zieles gefunden zu haben. Nur mit großer Mühe setzte Hauslab es durch, daß die Versuche in ausgedehnterem Maße vorgenommen wurden; aber es scheint, daß diese Versuche nicht immer in der Weise, wie es Hauslab verlangt hatte, durchgeführt wurden. Die genaue Geschichte der Schießbaumwollaffaire würde gewiß höchst interessant sein. Man war mit den durch die ersten Versuche erlangten Resultaten höchlich zufrieden und ging sofort an die Aufstellung ganzer Batterien, um dann, als sich die Rohre nicht hinreichend widerstandsfähig erwiesen, zaghaft vor jedem weiteren Experimente zurückzuschrecken und die Schießwolle gänzlich zu abandonniren.

Die gerade zu dieser Zeit (1854) durchgeführte neue Organisation der Artillerietruppe, welche Hauslabs Thätigkeit besonders in Anspruch nahm, mochte die rasche Beseitigung der Schießwolle befördert haben. Das von dem Artilleriecomité entworfene sogenannte „Projektsmaterial" — im Ganzen wie im Detail dem damaligen preußischen Geschützsystem ähnlich — sollte an die Stelle der Schießwollgeschütze treten, und auch hier entwickelte Hauslab, welcher die diesbezüglichen Versuche auf dem Steinfelde bei Wr. Neustadt leitete, eine unermüdliche Thätigkeit, um nur möglichst rasch zu einem positiven Resultate zu gelangen.

So wie es eine Zeit gegeben hatte, in welcher man dem Raketenwesen eine mehr als gebührende Aufmerksamkeit geschenkt hatte, so schien jetzt die Artillerie (und zwar nicht die österreichische Artillerie allein) alles Heil von dem Shrapnelfeuer zu erwarten und alle Mühe auf die Vervollkommnung der Shrapnels verwenden zu müssen. Auch hier erkannte Hauslab das Richtige, und er warnte ernstlich vor der weitern Verfolgung des eingeschlagenen Weges.

„Die Artillerie", sagte Hauslab, „muß ihre Stärke in der Percussion suchen. Sie hat bis jetzt dem sichern und weittragenden Schuß der Infanterie bloß das Shrapnel entgegengesetzt. Dieses aber ist eigentlich nur ein weiter reichender Kartätschenschuß. Bald wird das Geschoß des Infanteristen so weit reichen als die Kugel selbst des schweren Feldgeschützes. Das Gleichgewicht ist gestört und wird nur dann wieder hergestellt werden, wenn der Kanonier verhältnißmäßig jetzt um eben so viel weiter als vor zwanzig Jahren schießen wird." Aber man wollte von den gezogenen Geschützen, auf welche Hauslab wiederholt hindeutete, nichts hören und schien die Resultate der in Frankreich angestellten Versuche für übertrieben zu halten.

Endlich erreichte Hauslab, daß ihm zwei alte eiserne Geschütze zu den auf seine Verantwortung vorzunehmenden Vorversuchen überlassen wurden. Das eine Geschütz wurde gezogen, während bei dem andern Rundgeschosse mit verschiedenen Gattungen von Spiegeln und Patronen versucht werden sollten. Das Zerspringen des einen Geschützes beendete den in mehrfacher Beziehung sehr interessanten Versuch.

Da trat ein neuer Wendepunkt in Hauslabs Schicksal ein. — Feldzeugmeister v. Augustin mußte wegen zunehmender Alters-

schwäche um Enthebung von seiner Stelle als General-Artillerie-direktor bitten und starb auch wenige Wochen darauf. An seiner Stelle wurde Hauslab berufen. Nun war Letzterem die Gelegenheit gegeben, die seit langer Zeit als nöthig erkannten Reformen, vor Allem aber ein besseres Geschützsystem einzuführen — leider aber wurde ihm wenigstens nicht jetzt die Zeit dazu geboten. Denn wenige Wochen nach Hauslabs Amtsantritte hielt Napoleon seine berühmte Neujahrsansprache und — die österreichische Artillerie mußte mit einem Material, von welchem drei Viertheile noch dem System aus der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts angehörten und das letzte Viertel ebenfalls nicht den erhöhten Anforderungen der Neuzeit entsprach und zudem der Mannschaft ziemlich unbekannt war, in den Kampf gehen. Zudem schienen die Grundsätze, nach welchen Hauslab die Artillerie verwendet hatte, gänzlich vergessen worden zu sein. Er ging, als die ersten Unfälle eine Vermehrung der Armee oder vielmehr die Aufstellung einer zweiten Armee nothwendig machten und der Kaiser den Oberbefehl übernehmen wollte, nach Italien und nahm an der Schlacht bei Solferino Theil. Er soll hier schon im Laufe des Vormittags die Bemerkung gemacht haben, daß es an der Zeit wäre, der Armee-Geschützreserve den Befehl zum Vorrücken zu ertheilen. Und gewiß wäre das Eingreifen dieser gewaltigen Geschützmasse von entscheidender Wirkung gewesen. Sei es nun aber, daß dieser Rath nicht beachtet oder gehört wurde oder daß nach einer andern Version der Ueberbringer des Befehles verunglückte, genug — die Geschützreserve rückte nicht vor und wäre, als ihr endlich der (zweite oder dritte) Befehl zukam, auch nicht mehr im Stande gewesen, durch die Massen der retirirenden Truppen vorwärts, geschweige denn rechtzeitig auf dem Gefechtsfelde anzukommen.

Hauslab, der nun aus eigener Anschauung die Wirkung der gezogenen Geschütze kennen gelernt, setzte alle seine Thätigkeit daran, ein zeitentsprechenderes Geschützmaterial zu schaffen. Um wenigstens für den ersten Moment eine Aushilfe zu schaffen, wurde eine Anzahl glatter Rohre nach dem System La Hitte in gezogene Geschütze umgewandelt. Zugleich wurden die Versuche zur Herstellung eines neuen Geschützsystems mit allem Eifer begonnen, wobei man jedoch nur einen Vorderlader im Auge hatte. Diese Aufgabe wurde — insofern es sich um das Innere der Rohre handelte — ebenso bald als glücklich gelöst, und das Keilzugrohr durfte unter den da-

maligen Vorderladungs-Syſtemen ob ſeiner Einfachheit und Zweckmäßigkeit den erſten Rang beanſpruchen, und das nachmalige Bogenzugſyſtem ging eigentlich nur aus dem Keilzugſyſtem hervor. Ebenſo bald kam man mit der Einrichtung der Geſchoſſe und der Zünder ins Reine. Nur der Verſuch, auch ein anderes Triebmittel zu verwenden, führte nicht zum Ziele.

War auch die Schießwolle von der praktiſchen Anwendung ausgeſchloſſen worden, ſo hatte man ſich doch noch immer mit ihr befaßt, und gerade in letzter Zeit hatte man einige weſentliche Verbeſſerungen erzielt. Es lag nun nahe, daß man für das neue Geſchütz auch ein neues Triebmittel verwendete, und die Eigenſchaften der Schießwolle ſchienen dieſelbe gerade für das gezogene Geſchütz in beſonderem Grade zu empfehlen. Hauslab ergriff dieſe Idee mit aller Wärme, doch ſollte die Sache ſo wie bei dem erſten Experimente enden, wovon freilich die Schuld nicht ihm beizumeſſen war. Man rüſtete nach den erſten erlangten günſtigen Reſultaten eine anſehnliche Zahl Batterien mit Schießwoll-Geſchützen aus, um, als ſich einige Uebelſtände zeigten, die Schießwolle wieder gänzlich bei Seite zu legen. Es wurde nun mit dem Bogenzugſyſtem experimentirt und dieſes unter Hauslabs Nachfolger auch definitiv eingeführt.

Denn Hauslabs Geſundheit, durch die Aufregungen der letzten Jahre, durch phyſiſche und noch mehr durch geiſtige Anſtrengung erſchüttert, verlangte Schonung und Ruhe. Die Ernennung zum Feſtungskommandanten in Prag ſollte den diesfälligen Wunſch des Generals erfüllen. Eine Sinekure dieſer Art aber konnte einem Hauslab nicht zuſagen. Er ſuchte daher um die Verſetzung in den Ruheſtand an, die ihm unter Verleihung des Feldzeugmeiſtertitels (er war an der Tour zur Beförderung) gewährt wurde. Bald darauf erfolgte ſeine Berufung in das Herrenhaus, ſowie zum Kurator des Muſeums und zum Mitgliede der ſtatiſtiſchen Zentralkommiſſion, ſowie er ſpäter zum außerordentlichen Mitgliede der Donau-Regulirungskommiſſion und (für ein Jahr) zum Präſidenten der geographiſchen Geſellſchaft gewählt wurde.

Doch ſchon im Jahre 1865 wurde Hauslab wieder in die Aktivität verſetzt, indem er unter gleichzeitiger Ernennung zum wirklichen Feldzeugmeiſter mit der oberſten Leitung ſämmtlicher militär-wiſſenſchaftlichen Comités und Anſtalten betraut und nach

dem Feldzuge von 1866 auch in die Kommission zur Durchführung der Heeresreorganisation berufen wurde. Er machte sich um letztere in mehr als einem Punkte verdient und trat nach Beendigung dieses Werkes in den bleibenden Ruhestand.

Doch blieb der greise General auch jetzt noch fortwährend thätig, und so wie sein ganzes bisheriges Leben, so war auch die Zeit seiner Zurückgezogenheit (die er in Wien verbrachte) der Wissenschaft gewidmet. Die Theilnahme an den Berathungen der zahlreichen wissenschaftlichen Körperschaften, deren Mitglied er war, sowie die Korrespondenz mit denselben und mit zahlreichen Notabilitäten des In- und Auslandes, sowie die angestrengtesten Studien und Forschungen nahmen seine Zeit vollauf in Anspruch. Leider wurde er in den letzten fünf Jahren hierin nur zu häufig durch ein schweres körperliches Leiden gehindert.

Was Hauslab für die Mappirung und Kartographie gewesen, wurde bereits angedeutet, und ebenso hatte er als Geograph ausgezeichnete Verdienste. Als Erzherzog Maximilian die verhängnißvolle Kaiserkrone von Mexico annehmen wollte, fragte er seinen einstigen Lehrer um einige Verhältnisse seines künftigen Reiches. Und Hauslab gab aus diesem Anlasse im Vereine mit Streffleur eine in den kleinsten Details übereinstimmende Darstellung der geologischen und geographischen Verhältnisse des Landes und bezeichnete mit sicherem Blick die zur dauernden Besitznahme und zur Eröffnung des Verkehrs wichtigsten Punkte.

Höchst bedeutend waren seine Kenntnisse in der Geschichte überhaupt, speziell aber in der Geschichte des Kriegswesens und in der Geschichte seiner Vaterstadt Wien, sowie er auch zu den bedeutendsten Archäologen zählte. Er schrieb auch ein — besonders in militärischer Beziehung höchst schätzbares — Geschichtswerk über Wien, das aber leider gänzlich vergriffen ist.

Seine Erholung nach den verschiedensten Anstrengungen und Aufregungen war die Beschäftigung mit seinen verschiedenen Sammlungen und der Aufenthalt in seiner Bibliothek, für deren Vermehrung er keine Mühe und keine Kosten scheute. Gleichwohl ist es fast unbegreiflich, wie während der Dauer eines Menschenlebens und mit den verhältnißmäßig doch nur bescheidenen Mitteln eines Privatmannes solche Schätze zusammengebracht werden konnten.

Wäre Hauslab auch nicht durch seine militärischen oder wissenschaftlichen Verdienste bekannt geworden, so würde er durch

die Gründung und den Beſitz einer einzigen ſeiner Sammlungen berühmt geworden ſein. Dazu muß bemerkt werden, daß dieſe Sammlungen in den letzten zwanzig Jahren nur geringe Vermehrungen erhalten, ja ſchon vor faſt dreißig Jahren nahezu ihren jetzigen Umfang beſeſſen haben. Doch drang erſt ſeit dieſer Zeit die Kunde von der Exiſtenz dieſer Sammlungen in weitere Kreiſe.

Begreiflich erweckten die Kunſtgegenſtände und kulturhiſtoriſchen Merkwürdigkeiten die meiſte Bewunderung nicht nur der großen Menge, ſondern auch der Dilettanten und Amateure des verſchiedenſten Schlages. Viele Gegenſtände wurden zeitweiſe in dem allgemeinen und im orientaliſchen Muſeum, ſowie in verſchiedenen Ausſtellungen exponirt. Doch wurde die Sammlung dieſer Gegenſtände, wenn auch koſtbare und ſeltene Stücke enthaltend, begreiflicherweiſe von den öffentlichen Sammlungen überboten, und ſie ſteht in keinem Vergleich zu der Sammlung von Plänen, Karten und Handzeichnungen, und beſonders zu der Bibliothek, welche ſchon vor zwanzig Jahren bei 14 000 Bände zählte. Die Sammlung der Karten, Pläne und Zeichnungen iſt beſonders reich an auf die Geſchichte von Wien bezugnehmenden Stücken. Als im Jahre 1873 anläßlich der Wiener Weltausſtellung eine hiſtoriſche Ausſtellung der Stadt Wien nächſt der Ringſtraße veranſtaltet wurde, machten die vom Feldzeugmeiſter Hauslab ausgeſtellten Gegenſtände nahezu den dritten Theil der ganzen Sammlung aus. Selbſt das ſtädtiſche Archiv von Wien wird in dieſer Beziehung von der Hauslab'ſchen Sammlung weit überboten. Doch wird auch letztere von der Bibliothek des Verewigten noch weit überragt. Dieſelbe darf, was die Seltenheit einiger Exemplare und die Reichhaltigkeit in gewiſſen Fächern betrifft, den Wettſtreit mit den größten öffentlichen Bibliotheken nicht ſcheuen. Hauslab, der mit ſeinen Schätzen gewiß nicht zu prahlen pflegte, bemerkte einſt, als von älteren Reglements die Rede war, daß er in dieſem Fache beſſer als die Kriegsbibliothek verſehen ſei. (Außer Fronſperger, Wallhauſen, Baſta und vielen anderen Werken ähnlicher Art war darunter auch ein ſehr gut erhaltenes Solmsſches Reiterreglement.)

Sehr reich war die Bibliothek auch an Werken in türkiſcher, perſiſcher und arabiſcher Sprache. Elzevire und Aldiniſche Drucke, dieſe von den meiſten Bibliophilen ſo ſehr geſchätzten und geſuchten Seltenheiten, waren allerdings in dieſer Bibliothek nicht zahlreich, deſto reicher aber war dieſelbe an auf die Ent-

wicklung des Kriegswesens und besonders der Artillerie bezugnehmenden Werken, und die Hauslab'sche Sammlung war in dieser Beziehung vielleicht allen bestehenden Bibliotheken voran. Ihr Reichthum an artilleristischen Manuskripten und Inkunabeln ist geradezu staunenswerth. So finden sich sieben bis acht Exemplare des vielgenannten „Feuerwerksbuches" und der von späteren Büchsenmeistern unter verschiedenen Titeln vollendeten Umarbeitungen desselben.

Hauslab war, ohne je im Entferntesten nach Popularität zu streben und im Gegentheile von einer fast übergroßen Bescheidenheit erfüllt, thatsächlich eine populäre Persönlichkeit. Die Nachricht von seiner Erkrankung erregte in den weitesten Kreisen die wärmste Theilnahme, und es mag besonders hervorgehoben werden, daß fast alle Blätter, welcher Parteirichtung dieselben auch immer angehören mochten, seiner in der ehrendsten Weise gedachten. Es ist ein seltener Fall, daß der wahre Gelehrte schon bei Lebzeiten von der großen Masse gekannt und geschätzt wird.

Von Person war Hauslab über Mittelgröße und ziemlich kräftig gebaut, eine stramme Soldatengestalt, und erst in den letzten Jahren pflegte er den Kopf etwas seitwärts geneigt zu halten. Die hohe, den tiefen Denker verrathende Stirne und der lange schneeweiße Schnurrbart gaben seinem Angesicht etwas ungemein Ehrwürdiges, während seine Augen Wohlwollen und hohe geistige Ueberlegenheit ausdrückten. Im gewöhnlichen Verkehr war er ruhig und nicht sonderlich beredt, kam aber die Rede auf ein wissenschaftliches Thema, so konnte er sehr lebhaft werden, und sein Vortrag war dann fließend und überzeugend.

Er war, wie wenige Wochen vor seinem Tode eine Wochenschrift bemerkte, ein Mann, auf welchen Oesterreich stolz sein konnte. Doch verdient sein Andenken nicht nur in seinem Vaterlande, sondern von allen Gebildeten, und besonders von den Männern der beiden Waffen, denen Hauslab angehörte, der Artillerie und des Genieweſens, geehrt zu werden.

A. Dittrich,
k. k. Landwehrhauptmann.

Kleine Mittheilungen.

2.

Land-Torpedos.

In Europa waltet Friede. Alle Welt faßt diesen Frieden als einen Zwischenakt auf und die geschlossenen Pforten des Janustempels als den Zwischenakts-Vorhang, hinter welchem Theatermeister und Maschinisten aufs Emsigste den nächsten großen Akt der Welttragödie vorbereiten. Die altbewährten Aktionsmittel, personelle und materielle, Menschen wie Maschinen, werden allerorten nach Menge und Güte gesteigert, aber auch neue dergleichen in Aussicht gestellt. Unter diesen ist die bedeutendste Rolle dem „Torpedo" im umfassendsten Sinne dieses Kunstwortes zugedacht. Dasselbe nimmt offiziell die Marine für sich in Anspruch und wollte es auf diejenigen den Gegner durch Sprengwirkung schädigenden Apparate beschränkt wissen, mit denen man angriffsweise verfährt, auf den Gegner losgeht, während man für alle Vorbereitungen von Sprengwirkungen, die an einen Ort gebunden sind, zu denen der Gegner kommen muß, die also Vertheidigungsmittel sind, den althergebrachten Namen „Minen" anwenden sollte.

Der Sprachgebrauch und die Presse scheinen aber stärker als Logik und Wissenschaft; mit dem Namen „Torpedo" belegt man alle auf Schädigung des Gegners abzielenden Sprengwirkungen, die nicht durch Hohlgeschosse vermittelt werden, die von der Artillerie aus Geschützen entsendet werden. Ein wirklich neues Kriegsgeräth sind die eigentlichen oder Angriffstorpedos, insbesondere die automatischen, wie der Fischtorpedo, der Geschütz und Geschoß zu-

gleich ist; nur ein neuer Name für eine alte Sache ist die Bezeichnung „Landtorpedo", wofür man eben so treffend „Feldmine" gebrauchen könnte.

Minen, Flatterminen, Fougaden oder Fougassen, Steinminen oder Erdmörser, vergrabene Bomben — figuriren in den ältesten Lehrbüchern als sehr wirksame „Hindernißmittel" der Feld- und provisorischen Befestigung. Sie waren auch stets als unheimlicher tückischer Gegner von allen Soldaten gefürchtet.

Wer es vorzieht, die Feldmine von jetzt ab Landtorpedo zu nennen, kann allerdings den Umstand dafür geltend machen, daß voraussichtlich das alte Princip in so gesteigerter Ausdehnung und erhöhter Wirksamkeit zur Anwendung kommen wird, daß es wie ein neues Kampfelement erscheint und deshalb auch einen neuen Namen rechtfertigt. Die bezeichnete Steigerung ist durch dreierlei ermöglicht: durch die Einführung von Sprengstoffen, die an Brisanz, an Zündschnelle, das alte Schießpulver so bedeutend übertreffen, daß sie ohne Verdämmung verwendet werden können; zweitens durch die elektrische Zündung; drittens durch die Vervollkommnung der sogenannten Knallpräparate, die man für Schlag, Stoß, Reibung äußerst empfindlich herstellen gelernt hat.

Ein österreichischer Oberlieutenant, Zubowitsch, hat sich einen „Landtorpedo" patentiren lassen und dieses Patent dem österreichischen Reichs-Kriegsministerium — dem Vernehmen nach für 120 000 Mk. — verkauft.

Isidor Trauzl, der seit dem durch Nobel bewirkten Eintritt des Nitroglycerins in die Sprengtechnik sich mit Dynamit beschäftigt, hat sein letztes und bestes bezügliches Präparat „Spreng-Gelatine" genannt. Diese bildet den Inhalt des Z.'schen Torpedos. Es werden 4-, 20-, 30-, 50- und 100pfündige Geschosse hergestellt. Die Zündung soll auf mechanischem, nicht auf elektrischem Wege erfolgen. Dies begreift sich sehr gut bei den sogenannten „Kontakt-" und den „Tritt-Torpedos", die der herankommende Feind unfreiwillig zündet; weniger verstehen läßt sich, daß auch die „Beobachtungstorpedos", die der Besitzer in beliebigem Momente zündet, der elektrischen Leitung nicht bedürfen sollen, selbst „auf 3 und mehr Kilometer", wie es in einer Mittheilung der „Elsaß-Lothringischen Zeitung" ausdrücklich heißt.

Die Kontakttorpedos werden in unscheinbarer Weise mit Gegenständen in Verbindung gebracht, die der Gegner berühren

oder bewegen muß, z. B. einem quer über die Straße gefahrenen Wagen, einem Thor, einem Ziehbrunnen. *) „Tritt-Torpedos“ werden in ganz offenem Gelände, das kein unverdächtiges Versteck darbietet, ganz flach in den Boden verscharrt.

Das kleinste Kaliber (4-Pfünder) bildet „fliegende Minen“, die jede Infanterie mitführt. Ein Maulthier trägt 24 Geschosse. Der 20-Pfünder ist für Positionsbefestigung, die schwereren Kaliber sind für den Festungskrieg bestimmt.

Der Zubowitsch-Torpedo ist patentirt; er muß also seine Eigenthümlichkeiten haben. Dieselben dürften in dem Zündmechanismus liegen, der wahrscheinlich verhältnißmäßig einfach, billig und zuverlässig ist. Ueber diesen Punkt sind in der That die bekannt gewordenen Beschreibungen am wenigsten deutlich. Der Zündmechanismus wird „eine Art Federung“ genannt; er soll auch „auf Zeit“ gestellt und auch außer Spannung gesetzt („nichtaktiv“) werden können, so daß er während des Transports und des Auslegens durchaus ungefährlich ist.

Ein einzelner 4-Pfünder kann die Breite einer Chaussee absperren; deren 3 bis 4, in angemessenen Abständen hintereinander, machen eine Chaussee ganz ungangbar. Der 4-Pfünder zermalmt Alles, was ihm näher als 3,5 m kommt, und verursacht ernstliche Beschädigung in einem Umkreise von 6 bis 7 m Halbmesser.

Der Tritt-Torpedo braucht nur 4 bis 5 cm unter die Oberfläche des Bodens versenkt zu werden. Es heißt in der Schilderung: es könnten 60 Mann eine Fläche von einem Quadratkilometer mit 120 Minen, in 3 bis 4 Linien gelegt, binnen 15 Minuten unzugänglich machen. Nach diesen Zahlenangaben käme auf jeden Torpedo ein Flächenraum von $\frac{1000^2}{120} = 8333\,{}^1/_3$ □ m oder die Torpedos kämen unter sich in Abständen von 91 m zu liegen, während die größte Wirkungssphäre doch höchstens $= 7^2 \times \pi =$ rund 150 □ m beträgt, wonach 120 Torpedos nur $120 \times 150 =$

*) Der Ziehbrunnen steht in der „Vedette“; ob etwa auch in der Patentbeschreibung, wissen wir nicht. Das Beispiel ist nicht glücklich gewählt; wahrscheinlich doch wohl nur aus Flüchtigkeit. Wer es ernstlich für zulässig erachtete, dem Feinde das Durstlöschen lebensgefährlich zu machen, hätte ja gar nicht weit zum Brunnenvergiften!

18 000 □ m gleichmäßig gefährden würden. „120 Minen pro Quadratkilometer" enthält also entweder einen Druckfehler oder das „Unzugänglichmachen" ist nicht wörtlich zu nehmen.

In Italien versucht man einen Landtorpedo, von dessen Einrichtung Folgendes mitgetheilt wird. Das Gefäß ist aus Hartguß, 15 mm stark, in Form eines Trichters mit Deckel; es faßt 1,5 bis 2 kg Sprengstoff. An der Spitze des Trichters ist eine Spirale von Stahl in Form eines Pfropfenziehers befestigt. Man hat nur das konische Loch für den Trichter auszugraben und schraubt dann das Gefäß mittelst der Spirale in den Boden fest. Unverkennbar begünstigt die geschilderte Beschaffenheit des Gefäßes das schnelle Auslegen. Dasselbe erfolgt mit dem leeren Gefäße; erst wenn dieses im Boden festsitzt, wird die Ladung eingebracht.

Einen sehr umfassenden Torpedoplan hat vor einiger Zeit — in ihrer Nummer vom 25. November 1882 — „L'Étoile belge" enthüllt.

Dieser Plan umfaßt nichts Geringeres als die Ausdehnung des bisher auf die Festungen beschränkt gewesenen Vertheidigungsmittels der Contreminen-Systeme auf eine ganze Landesgrenze! Ob einstweilen nur geplant oder schon zur Ausführung angenommen, oder gar schon ausgeführt, läßt der Einsender der in Rede stehenden Mittheilung nicht deutlich erkennen. Da er sein Schreiben aus Brüssel datirt, muß man ihn für einen neutralen Belgier nehmen, und da er als Urheber des Planes „einen unserer Nachbarn" bezeichnet, der sich auf den nächsten Empfang eines „Envahisseur" rüstet, so bedarf es ja durchaus keiner näheren Angabe, wo der Plan zum „Grenz-Minenfelde" zu suchen sei. Vorausgesetzt, daß der Korrespondent der belgischen Zeitung nicht hat mystificiren wollen oder selbst mystificirt worden ist!

Die in Rede stehende Anlage wird wie folgt geschildert: Ein Cylinder aus Gußeisen mit festem Boden und dicht schließendem, aber lösbarem Deckel, 3 bis 4 m lang und von 1 m Durchmesser, wird lothrecht in der Achse einer Grube aufgestellt, die in der Form eines Minentrichters, d. h. paraboloidisch oder kegelstutzförmig ausgegraben ist; die Tiefe derselben beträgt 1 m mehr als die Länge des Cylinders. Die Grube wird sodann rings um den Cylinder mit zweifaustgroßen Steinen ausgepackt; die meterdicke Schicht über dem Deckel besteht — der leichteren Zugänglichkeit

wegen und um die Oberfläche in unverdächtige Uebereinstimmung mit der Umgebung bringen zu können — aus dem natürlichen Boden des Ortes, Pflaster, Chaussirung, Eisenbahnoberbau — kurz dem, was der Beschaffenheit der Oertlichkeit entspricht.

Im Innern des Cylinders, nahe am Boden, befinden sich zwei federnde Metallstreifen, die sich demgemäß an einander legen, aber auch das Dazwischenschieben und Festklemmen einer Zündpatrone gestatten. Die äußeren Enden der Metallstreifen gehen in einen unterirdisch verlegten, in ein Bleirohr geschlossenen isolirten Leitungsdraht über, der bis an den passend zu wählenden Zündungsort reicht.

Hier, wo die Enden der Hin- und Rückleitung zu Tage kommen, kann man jederzeit mittelst jedes beliebigen elektrischen Apparates prüfen, ob die Leitung noch unbeschädigt ist.

An demselben Zündungsorte werden sich gewöhnlich die Leitungen mehrerer Ladungsräume vereinigen. Es ist dann ein Umschalter vorgesehen, der es ermöglicht, jeden Ofen einzeln, deren mehrere oder alle zusammen spielen zu lassen. Zur Stromerzeugung soll ein besonderer, sehr kompendiöser magnet-elektrischer Apparat konstruirt sein. Die geschilderten Vorbereitungen sind ersichtlich sehr solide und auf Dauer berechnet; dabei sind sie gänzlich ungefährlich und beeinträchtigen in keiner Weise die Friedensbenutzung des Geländes der „Torpedozone" (zone torpillé).

Das Laden verlangt seiner Zeit nur geringe Arbeit: Bloßlegen des Deckels, Oeffnen, Einbringen der Zündpatrone, der Sprengmasse, Schluß des Deckels, Wiederherstellen der Oberfläche in unverdächtiger Beschaffenheit.

Der anzuwendende Sprengstoff wird nicht näher bezeichnet; es heißt nur, daß er in einzelnen „tourteaux", d. h. Scheiben Fladen oder Kuchen, übereinandergeschichtet werde. Die Scheiben sind nicht voll, sondern in der Mitte rund ausgeschnitten, also ringförmig oder wie die Mühlsteine gestaltet. Die Ladung im Ganzen gewinnt bei dieser Form eine größere Oberfläche, und die Entzündung erfolgt schneller.

Wenn die Dimensionen der Ladungsgefäße richtig angegeben und — wie aus der Beschreibung zu schließen — dieselben vom Sprengstoff ganz ausgefüllt sind, so würde eine dergleichen Ladung etwa 3 cbm betragen!

Der Berichterstatter sagt, man habe dieser Anlage (einer Combination von unverdämmter Schacht-, Flatter- und Steinmine) den Namen „volcan“ beigelegt; die Folge der Explosion sei ein Alles zerschmetternder Steinregen in einem Umkreise von mehr als 500 m Radius; der Luftdruck allein sei im Stande, auf 200 m Entfernung Menschen zu tödten; die Explosion erzeuge einen Trichter von 10 bis 15 m Tiefe, bei 30 bis 40 m oberem Durchmesser.

Mit solchen „Vulkanen“ genügend dicht besetzt müßte nun jeder Abschnitt des Grenzgebietes sein, den der Gegner möglicherweise zum Einbruch wählen könnte. Zunächst würde hier der Vertheidiger Stellung nehmen und dieselbe zu behaupten versuchen. Falls er der Uebermacht weichen müßte, würde er in zweiter rückwärtiger Stellung sich zu sammeln und die Besetzung der ersten durch den Angreifer abzuwarten haben. Dann wird gezündet. In die unausbleibliche Verwirrung bricht die Gegenoffensive des Vertheidigers und vollendet das Zerstörungswerk „mit Ungestüm“ und „sans merci.“

Die Anlage der einzelnen Mine der beschriebenen Art enthält an sich nichts Auffälliges oder Unglaubliches; in geschickter Weise sind die Vortheile der modernen Sprengtechnik — brisanter Sprengstoff, der keiner Verdämmung bedarf, und elektrische Zündung durch unterirdische Drahtleitung — ausgenützt; die Hauptsache kann von langer Hand vorbereitet sein; das Laden nimmt nur wenig Zeit in Anspruch. Das Ungeheuerliche des Planes liegt in der Ausdehnung auf ein ganzes Gefechtsfeld und nicht nur auf eins, sondern auf alle möglichen des betreffenden Kriegsschauplatzes.

Der Korrespondent der „Étoile belge“ schließt seine Enthüllung mit der Bemerkung: er müsse seinen Namen verschweigen, denn er täusche das Vertrauen, welches man in seine Verschwiegenheit gesetzt habe; er thue dies in der Ueberzeugung, eine patriotische und heilige Pflicht zu erfüllen, indem er durch seine Mittheilung die Wahrscheinlichkeit künftiger Kriege zu vermindern suche. Solchen Vertheidigungsmitteln gegenüber — dem Verfahren der Nihilisten entsprechend — könne man da annehmen, daß ein „Envahisseur“ künftig mit leichtem Herzen sich anschicken werde, den Boden seines Nachbars zu betreten?

Die Enthüllung des Brüsseler Anonymus in der belgischen politischen Zeitung würde vielleicht im Auslande unbeachtet ge-

blieben ſein; es hat ſich aber ein anderer Anonymus mit dem Poſtſtempel Lüttich gefunden, der unter Streifband die betreffende Nummer der Étoile belge, die fragliche Korreſpondenz blau angeſtrichen, den Redactionen militäriſcher Zeitſchriften zugeſchickt hat; ob nur deutſchen oder auch anderen, iſt uns nicht bekannt. R.

3.

Italien.

Prüfung von Panzerplatten in Spezzia.

Für die Panzerung der Thürme der „Italia“ und des „Lepanto“ hat die Italieniſche Admiralität die Anwendung von Panzerplatten von 48 cm Dicke beſchloſſen und eine Prüfung ſolcher Platten mit der Armſtrong'ſchen 100 Tons-Kanone (Vorderlader) angeordnet, unter Anwendung hinlänglich reducirter Ladungen. Dieſe Verſuche haben im November 1882 ſtattgefunden. Ueber dieſelben und ihre Reſultate entnehmen wir dem „Engineer“ folgende Angaben:

Die drei zur Probe geſtellten Platten waren in gleichen Abmeſſungen (3,3 m lang, 2,62 m hoch und 48 cm ſtark) je eine von Cammel, Brown und Schneider & Co. in Creuſot geliefert.

Die Cammel'ſche Platte war eine gewöhnliche Compound-Platte deren Stahllage ungefähr 15 cm ſtark war mit ungefähr 0,65 pCt. Kohlenſtoffgehalt. Die Platte wurde von vornherein als nicht gehörig durchgearbeitet bezeichnet, da ſie von einer urſprünglichen Dicke von nur 78 cm anſtatt von ca. 90 cm auf 48 cm ausgewalzt war. Die Brown'ſche Platte unterſchied ſich von der Cammel'ſchen dadurch, daß die Außenfläche der Stahlſchicht ſelbſt aus einer 7,6 cm ſtarken gewalzten Stahlplatte beſtand, die durch den eingegoſſenen geſchmolzenen Stahl mit der Eiſenplatte verbunden wurde (Ellis's Patent). Die Totalſtärke der Stahllage war ebenfalls ca. 15 cm, der Kohlenſtoffgehalt ca. 0,7 pCt. Auch dieſe Platte wurde als nicht genügend durchgewalzt bezeichnet. Jede der beiden Platten war mit 6 Bolzen (11,3 cm ſtark), die von hinten her auf 11,3 cm

in die Platte eingeschraubt waren, an der Hinterlage befestigt. Die Schraubenlöcher in den Platten waren 13,7 cm tief und lagen je 3 in einer 38 cm vom Rande entfernten Reihe oben und unten. Die Schneider'sche Platte (aus Creusot) bestand ganz aus Stahl von ungefähr 0,45 pCt. Kohlengehalt. Die Oberfläche war durch Eintauchen in Oel (bis auf 15 cm Tiefe) gehärtet. Diese Platte war mit 20 ebenfalls 11,3 cm starken von hinten her in die Platte auf 7 cm Tiefe eingeschraubten Bolzen auf der Hinterlage befestigt. Die Bolzen lagen je 6 in einer Reihe oben und unten (15 cm vom Rande entfernt), die übrigen 8 vertheilt in der Nähe der Seitenkanten. Die stark verstrebten Hinterlagen aus Eichenholz waren 1,22 m stark und trugen vorn für jede Platte einen an die Hinterlage angebolzten starken eisernen Rahmen, der sich an die Plattenkanten auf allen Seiten eng anschloß und von oben her nach vorn zu durch je 2 lange Streben abgesteift war. Diese Rahmen würden, wenn sie selbst genügende Haltbarkeit besessen hätten, für den Zusammenhalt der Platten sehr günstig gewirkt haben.

Die Geschosse waren aus Hartguß von Gregorini, etwa 113 cm lang und hatten 47,3 cm Durchmesser. Die Spitze hatte einen Radius von 1 3/4 Kaliber. Das Gewicht betrug 896 kg, mit Gascheck 907 kg.

Die Ladung, die beim Beginn der Beschießung (am 16. Nov.) angewendet wurde, betrug 149 kg Progressivpulver aus Fossano, und war so berechnet, daß das Geschoß etwa 50 cm Schmiedeeisen durchschlagen konnte. Auf jeder Platte waren in einem gleichseitigen Dreieck von etwa 1,3 m Seitenlänge 3 Zielpunkte markirt:

o

o o

Der erste Schuß geschah gegen die Cammel'sche Platte mit 371,5 m Auftreffgeschwindigkeit (6386 m-tons leb. Kraft total = 45,71 m-tons pro cm Umfang). Er traf den rechts unten liegenden Zielpunkt. Die Platte zerbrach vollkommen, indem die rechte untere Ecke in einem trapezförmigen Stück sich abtrennte und der Rahmen, der die Platte umgab, unten und rechts auswich. Auf der Oberfläche zeigten sich mehrere radiale und einige den Treffpunkt peripherisch umgebende Haarrisse. Das Geschoß war zerschellt.

Der zweite Schuß gegen die Schneider'sche Platte hatte 375,5 m Auftreffgeschwindigkeit (6525 m-tons total leb. Kraft = 46,33 m-tons pro cm Umfang). Die Platte hielt ausgezeichnet,

kein Haarriß war zu sehen. Trotzdem hatte sich der eiserne Rahmen unten und rechts geöffnet, einzelne Bolzenköpfe waren abgesprungen. Die Plattenbolzen waren unversehrt.

Der dritte Schuß gegen die Brown'sche Platte hatte 372,5 m Auftreffgeschwindigkeit (6420 m-tons total leb. Kraft = 45,56 m-tons pro cm Umfang). Das Geschoß zerschellte, ein kleiner Theil des Kopfes blieb in der Platte stecken. Die Platte zeigte an der linken (nicht getroffenen) Seite einen von oben in der Mitte nach links unten durchgehenden schmalen Riß (3,7 mm breit) und in der Nähe einige Haarrisse. Vom Schußloch ging ein radialer Haarriß aus. Die Oberfläche war um den Treffpunkt herum leicht eingebogen, und hatte sich die Platte etwas verschoben. Die Plattenbolzen blieben intakt, der Rahmen war rechts und unten ebenfalls geöffnet.

Bis jetzt hatte sich diese letzte Platte am besten gehalten, doch schien das Geschoß von geringerer Güte gewesen zu sein.

Es wurde nun beschlossen, die Prüfung zu verschärfen und eine Ladung anzuwenden, die genügt hätte, 60 cm Schmiedeeisen zu durchschlagen.

Am 17. November wurde ein Schuß (Nr. 4) gegen die Schneider'sche Platte abgegeben (der zweite gegen diese Platte) und zwar links des ersten Treffers auf dieser Platte. Er hatte bei 217 kg Ladung eine Auftreffgeschwindigkeit von 474 m (10381 m-tons total leb. Kraft = 73,81 m-tons pro cm Umfang). Das Geschoß durchschlug theilweis die Platte, ein Theil des Geschosses steckte in der Hinterlage. Die Platte zeigte einen breiten in etwas schräger Richtung von oben nach unten gehenden Riß (durch das Schußloch hindurch), der aber mehrfach unterbrochen war. Radiale Risse gingen vom Schußloch aus. Es bildeten sich noch minutenlang nach dem Schuß Haarrisse.

Am 20. November wurde der erste Schuß (Nr. 5) gegen die Brown'sche Platte gethan. Die Ladung war die gleiche wie bei Schuß 4. Auftreffgeschwindigkeit 476,6 m, leb. Kraft total = 10472 m-tons, lebendige Kraft pro cm Umfang = 74,76 m-tons.

Das Geschoß traf den links unten liegenden Zielpunkt und zerschmetterte die Platte in sechs Stücke, von denen nur eins an der linken obern Ecke an der Hinterlage festsaß, die andern aber abgefallen waren. Das Geschoß war augenscheinlich nicht tief eingedrungen, sondern hatte nur die Platte zerbrochen. Die Spitze des Geschosses war abgebrochen. Das Holz der Hinterlage war mitten hinter

der Platte zersplittert. Schuß Nr. 6 wurde mit 477,0 m Auftreffgeschwindigkeit (10537,6 m-tons totaler leb. Kraft = 74,78 m-tons leb. Kraft pro cm Umfang) als zweiter Schuß gegen den linken untern Zielpunkt der Cammel'schen Platte abgegeben. Er durchschlug die Platte nicht, sondern beulte dieselbe hinten auf. Dabei zerschellte aber die Platte in fünf Stücke, die sämmtlich von der Hinterlage abgefallen waren.

Am 21. November geschah gegen die Schneider'sche Platte der dritte Schuß (Nr. 7) und zwar sollte er mit einem Withworth-Geschoß aus geschmiedetem Stahl abgegeben werden. Ladung 217 kg, Auftreffgeschwindigkeit 468,8 m, totale leb. Kraft = 10564,8 m-tons, leb. Kraft pro cm Umfang 75 m-tons.

Der Schuß war gegen die rechte Hälfte der bereits gespaltenen Platte gerichtet gewesen und hatte ein sektorartiges Stück von ungefähr 1/8 der Platte herausgebrochen und von der Hinterlage abgelöst. Einzelne Plattenfragmente waren in die Hinterlage eingetrieben worden. Mehrere breite Risse, die radial durch das Schußloch des zweiten gegen diese Platte gefeuerten Schusses (Nr. 4) hindurchgingen, hatten sich gebildet bezw. erweitert. Der Rahmen war oben und besonders an der rechten Seite aus seiner Lage gerissen.

Das Geschoß war zurückgeprallt und stark gestaucht. Während seine Länge vorher 113 cm betragen hatte, betrug dieselbe nach dem Schuß nur 71,1 cm.

Später stellte sich heraus, daß das Geschoß nicht von Withworth, sondern aus der Fabrik von Terre Noire herrührte und irrthümlich von St. Vito gesandt war. Es wurde als Geschoßprobe gegen den Rest der Platte noch ein Geschoß aus italienischem Gußstahl versucht, welches mit Gascheck 963,5 kg wog. Es wurde mit gleicher Ladung von 217 kg verfeuert und ergab 461 m Auftreffgeschwindigkeit, eine totale leb. Kraft von 10443,7 m-tons, eine leb. Kraft pro cm Umfang von 74,14 m-tons. Das Geschoß war gegen den linken obern Plattentheil gerichtet, traf aber nicht genau. Das Geschoß kippte den getroffenen Plattentheil nach vorn über und drang in die Hinterlage ein, diese vollkommen zerstörend. Das Geschoß zeigte sich beim Herausnehmen zerbrochen. Die hintern Geschoßtheile zeigten eine geringere Güte, das Bruchansehen des Geschoßkopfes war dagegen sehr gut.

Unſere engliſche Quelle geſteht zu, daß die Schneider'ſche Platte ſich beſſer als die engliſchen verhalten hätte, da, nachdem eine Arbeitsleiſtung von total 37914 m-tons darauf eingewirkt hätte, dennoch ein großer Theil der Platte übrig geblieben ſei, der die Hinterlage gedeckt habe. Den Grund hierfür ſucht der „Engineer" in der von vornherein hervorgehobenen mangelhaften Fabrikation der engliſchen Platten und in der geringern Anzahl von Bolzen, mit denen dieſe an der Hinterlage befeſtigt ſeien, ferner darin, daß die franzöſiſche Platte nicht durch Walzen, ſondern durch Hämmern hergeſtellt ſei.

An dieſe Verſuche ſchloſſen ſich am 21. November die erſten Schießverſuche mit der 100 Tons-Hinterladekanone, die hinſichtlich des Verhaltens von Rohr und Laffete zufriedenſtellend ausfielen. Mit 300 kg Ladung erhielt das 1325 kg ſchwere Geſchoß eine Anfangsgeſchwindigkeit von 510 m und 12805,5 m-tons totale leb. Kraft. Bei 352 kg war die Geſchwindigkeit und leb. Kraft bezw. 559 m und 14458 m-tons. Br.

4.

Frankreich.

Das franzöſiſche Kriegsminiſterium beabſichtigt bekanntlich, die Feld-Artillerie von der Feſtungs-Artillerie gänzlich zu trennen, wie dies außer in Deutſchland auch in anderen Armeen durchgeführt bezw. beabſichtigt iſt, und für den Kriegsfall 190 Batterien Fuß-Artillerie aufzuſtellen.

Die Gründe für dieſe Maßregel ſind dieſelben, die auch bei uns zu dieſer Trennung geführt haben. Gegen dieſe in Ausſicht genommene Maßregel tritt nun ein Artikel des Dezemberheftes 1882 des in Paris erſcheinenden Journal des Sciences Militaires mit großer Beredtſamkeit, aber unter Anführung von zum größten Theil recht hinfälligen Gegengründen auf. Der mit „ein Artilleriſt" unterzeichnete Artikel behauptet, daß zunächſt die Anzahl der Fußartillerie-Batterien mit 190 zu groß angenommen ſei, da nicht alle

Befestigungen gleichzeitig ihrer vollen Artilleriebesatzung bedürften. Gegenwärtig existirten 57 Fußbatterien, die im Mobilmachungsfall auf 114 gebracht würden und disponibel wären, wenn man die 12 in Algier befindlichen derartigen Batterien mit heranzöge, was der Verfasser infolge einer von ihm im gleichen Heft vorgeschlagenen Organisation der Kolonial-Truppen für zulässig erklärt. Die 7. und 8. Batterien der Korpsregimenter bildeten im Kriegsfall auch noch je eine Fußbatterie, wodurch noch 38 Fußbatterien gestellt würden, ebenso die 5. Batterien dieser Regimenter. In Summa hätte man somit 163 Batterien Fuß-Artillerie disponibel, die hinlänglich genügten, das erste Bedürfniß an Festungs-Artillerie zu decken.

Mit besonderem Eifer bekämpft der Verfasser nun den Satz, daß die Festungs-Artillerie einer langen und schwierigen Ausbildung bedürfe, und führt für das Gegentheil eine größere Zahl historischer Beispiele an, so u. A. Belfort 1870/71, Antwerpen 1824, ferner einen Ausspruch des Generals Susanne in seiner Histoire de l'Artillerie, der u. A. behauptet: „Eine Feldbatterie hat keine besondere Vorbereitung nöthig, um Geschütze der Belagerungs- und Festungs-Artillerie bedienen zu können." Der Verfasser hält diesen Ausspruch auch noch heute für vollkommen zutreffend; der Feldkrieg entscheide über das Geschick der Staaten, der Belagerungskrieg sei immer nur sekundär. „Schlagen wir zuerst", so ruft er aus, „die Deutschen im Felde, das Uebrige fällt uns von selbst zu, und wenn wir selbst geschlagen werden, so werden uns unsere Festungen auch nicht retten!" Heutzutage, wo wir im Zeitalter der Maschinen leben, würden sich immer genug Leute finden, um die einfachen Festungsgeschütze bedienen zu können, zumal deren Bedienung der der Feldgeschütze ganz analog sei.

Eher noch lägen Gründe für eine Abtrennung der technischen Artillerie von den gemischten Regimentern vor, als solche für eine Trennung von Feld- und Fuß-Artillerie.

Der Einwurf, daß viele Artillerieoffiziere für die Trennung gestimmt seien, wird mit der Behauptung zu entkräften gesucht, daß dies eine Folge des dabei in Aussicht stehenden Avancements sei.

Der militärische Geist der Artillerie würde durch eine solch Trennung auf alle Fälle geschwächt werden.

Zum Schluß erklärt der Verfasser, daß es ihm besonders daran gelegen sei, die allein kompetenten Militärs von der Richtigkeit seiner Ansichten zu überzeugen.

Ob ihm dies gelungen ist? Wir bezweifeln es; sollte es aber der Fall sein und die Ansichten des Verfassers die Oberhand behalten, nun — wir brauchten es nicht zu bedauern.

5.

England.

In der englischen Armee sind, um den vielen Klagen über den zu heftigen Rückstoß des Henry-Martini-Gewehres, sowie über das zu große Gewicht von dessen Patrone abzuhelfen, Versuche mit einem neuen Gewehrmodell (Einzellader mit Martini-Verschluß) im Gange.

Dieses Modell bietet zunächst eine neue und eigenthümliche Einrichtung der Visirung auf große Entfernungen.

Während bei allen bestehenden Visiren der Gewehre beim Schießen auf größere Entfernungen das Visir gehoben, der Schütze mithin gezwungen ist, den Kolben zu senken, um die Visirlinie vor das Auge zu bringen, hat das neue englische Versuchsgewehr ein in der Nähe der Mündung links seitlich angebrachtes, nach unten zu verschiebbares Korn, welches den verschiedenen Schußweiten entsprechend mit einer Skala versehen ist. Am linken Schloßblech ist flügelartig um ein senkrechtes Charnier drehbar ein Rahmen angebracht, der in seiner unteren Leiste den Visirausschnitt trägt. Beim Nichtgebrauch wird er dem Lauf parallel an den Schaft herangeklappt, während er beim Gebrauch senkrecht zum Lauf gestellt wird.

Diese Einrichtung ermöglicht dem Schützen, den Kolben fest an der Schulter zu behalten, auch wenn er auf die größten Entfernungen (2000 m) feuert, da die Höhe des Visirs sich nicht ändert. Für Schußweiten bis zu 1000 m ist ein gewöhnliches Visir und Korn auf dem Lauf angebracht. Das verstellbare Korn

ist sehr schnell abzunehmen und wieder anzubringen. Es dient nur für Schußweiten über 1000 m.

Das Kaliber des Gewehrs ist 10,2 mm. Es hat 9 Züge von sägezahnförmigem Profil und 380 mm Drall.

Das Rohr wiegt 170 g schwerer als das des bisherigen Gewehres.

Die Patrone hat die bisherige Pulverladung von 5,5 g, das Geschoßgewicht ist aber von 31,1 g der alten Patrone auf 24,1 g vermindert. Die Anfangsgeschwindigkeit ist dadurch von 393 m auf 479 m gebracht worden.

Die Schußpräzision soll so groß sein, daß auf 500 m alle Schüsse in einem Quadrat von 25 cm Seitenlänge liegen.

Die Schäftung des Gewehrs bietet das Eigenthümliche, daß sie im vordern Theil so ausgeschnitten ist, daß der Lauf von unten sichtbar bleibt, und die Holztheile nur seitlich anliegen. Ein Verbiegen des Laufs durch die Einwirkung der Schäftung soll hierdurch vermieden, und gleichzeitig eine Rostbildung unten am Lauf leicht erkennbar werden. Um den hintern Theil des Laufs ist ein hölzerner Handschutz angebracht, der ein festes Anfassen des Gewehrs auch bei durch Schnellfeuer stark erhitztem Lauf möglich macht. (Journal of the R. United Service Institution.)

6.

Schweden.

15 cm-Haubitze.

Die schwedische 15 cm-Haubitze, die gegenwärtig im Versuch ist, hat ein gußeisernes Seelenrohr, mit Stahlringen umgeben. Es hat einen Schraubenverschluß.

Die Lafette hat Stahlwände, stählerne Achsen, Thonetsche Räder und Doppelschrauben-Richtmaschine. Die Lafette hat Schieß- und Marschlager und wird auf einer 12 cm-Protze aufgeprotzt.

Das Rohr hat einen konischen Ladungsraum, der für das Geschoßlager nur schwach konisch ist, für den Kartuschraum aber sich nach hinten mit stärkerer Konicität erweitert. Die Züge ver-

laufen in dem hintern ſteilern Konus, 7,5 mm hinter dem Ende des vordern ſchwächern Konus.

Kaliber 155 mm.
Rohrlänge 11,5 Kaliber.
Länge der Seele 10,3 Kaliber.
" des gez. Theils 8,9 Kaliber (einſchl. koniſchem Geſchoßraum).
Zahl der Züge 36.
Tiefe " " 1,5 mm.
Breite " " 3,5 mm.
Drall progreſſiv von 65 bis 25 Kaliber.
Rohrgewicht mit Verſchluß ꝛc. 1396 kg.
Gewicht der Laffete mit Rädern 1370 kg.
Lagerhöhe der Laffete 1800 mm.

Die Granaten ſind 2 3/4 Kaliber lang, 36,3 kg ſchwer bei 2,165 kg Sprengladung. Sie haben am hintern Ende einen kupfernen Führungsreifen.

Die Maximalladung beträgt 3,2 kg Pulver von 5 mm Korngröße (Aker), die der Granate 300 m Anfangsgeſchwindigkeit bei 1300 Atmoſphären mittleren Gasdrucks ertheilt. Der Rücklauf des Geſchützes auf einer Bettung war ſehr ſtark (bis zu 10 m), ebenſo das Bucken, welches Veranlaſſung zum Verbiegen der Richtſchrauben gab. (Artilleri-Tidskrift.)

7.

Die Befeſtigung der Schweiz.*)

Die Frage, ob die Schweiz eine Befeſtigung ihres Landes und ihrer Grenzen beabſichtigen wird oder nicht, iſt in den deutſchen Militär-Zeitſchriften im Laufe des verfloſſenen Jahres in ſo zahlreicher und eingehender Weiſe in den verſchiedenſten Formen erörtert und beſprochen worden, daß es wohl lohnen dürfte, den neueſten Stand dieſer Frage in der Schweiz ſelbſt ſich zu vergegenwärtigen.

---

*) Aus Zürich eingeſandt. A. d. R.

Heute haben wir zwei große Strömungen in den schweizerischen Landen zu verzeichnen, diejenige unter dem Volke und diejenige in den leitenden und maßgebenden Militärkreisen. Dabei sei aber von vornherein bemerkt, daß die letzteren viel mehr von dem Volke abhängig sind, als in monarchischen Staaten; dort entscheiden die Parlamente über die gefaßten Beschlüsse der Regierungen, hier spricht die unabhängige republikanische Volksstimme direkt ihren Willen aus in einer allgemeinen Volksabstimmung. Also muß auch von Haus aus von den leitenden Militärkreisen mehr Rücksicht auf die momentane Volksströmung genommen werden, wie dort, und dies beeinflußt unter Umständen die Ausarbeitung der Gesetze in ganz wesentlichem Umfange.

So ist es auch hier mit der Landesbefestigungsfrage gegangen. In dieser Beziehung sind zur einzigen heilbringenden Lösung eine Unmasse von Projektmachern aufgetreten, die nicht allein der Schweiz entstammen, sondern deren größere Mehrheit dem Auslande, und darunter auch wieder sehr Viele Deutschland angehören. In Zeitungen, in Broschüren ꝛc. sind ganze Fässer von Tinte verschrieben worden, um dem Schweizervolk die Dringlichkeit einer Befestigung seiner Grenzen darzuthun. Dabei basiren die Projekte fast alle auf so enormen Kosten, daß sie z. B. nur für die West- und Nordfront Hunderte und mehr Millionen Franken verlangen für den Neubau von Festungen und Forts. Alle diese litterarischen Vorschläge haben nun aber die ganze Befestigungsfrage beim Volk so in Mißkredit gebracht, daß deren Verwirklichung in sehr weite Ferne gerückt ist. Zudem ist das Mißbehagen noch mehr gesteigert worden durch die vielen ausländischen Rathschläge, welche der Schweiz ertheilt worden sind; denn kaum ein anderes Volk trägt so sehr den Charakter der eigenmächtigen Selbstständigkeit an sich, als das schweizerische.

Dieser Mißkredit, der sich beim Volke allmälig kund giebt, hat sich auch einigermaßen den leitenden Militärkreisen mitgetheilt. Die Ueberzeugung, daß die schweizerische Miliz-Armee zur glücklichen Durchführung eines Vertheidigungskrieges in erhöhtem Maße eines künstlich vorbereiteten Kriegsschauplatzes bedarf, ist eine zu tief gewurzelte, als daß man die Befestigungsfrage ganz beseitigen wollte. Dafür spricht, daß eine neue Commission heute mit der Berathung der Frage betraut ist und auch einen Entwurf ausgearbeitet hat, der mit den finanziellen Mitteln des Landes

im Einklang steht. Dieser Entwurf entpuppt sich aber nicht, wie gehofft, in wirklichen Neubefestigungen und Anlage von Forts ꝛc., sondern hält sich in viel engeren Grenzen; der Geldpunkt muß die Hauptrolle dabei übernehmen, da großartige Anlagen mit ihren gewaltigen Kosten gleichbedeutend mit dem Ruin des durchaus nicht mehr reichen Landes wären.

Der Entwurf beschränkt sich auf folgende Punkte: Der Generalstab hat diejenigen Punkte, welche beim Eintritt gewisser Eventualitäten eines eventuellen Krieges befestigt werden müssen, festgesetzt; die Arbeit des Generalstabes und der Landesbefestigungs-Commission war es, den strategischen Zweck, welchen die einzelnen Fortifikationen erfüllen sollen, genau zu präzisiren. Diese erste Arbeit ist in der letzten Hälfte des Januar ausgeführt worden und dem Gutachten sämmtlicher schweizerischen Divisionäre, welche zu diesem Zweck Ende Januar nach Bern berufen waren, vorgelegt gewesen. Eine öffentliche und genaue Besprechung dieser Punkte jetzt schon geben zu wollen, wäre verfrüht und auch kaum möglich, da erst neuerdings in der Schweiz der Grundsatz des Geheimhaltens der Pläne für die Landesvertheidigung festgehalten wird. Gleichzeitig war in diese Berathung der strategischen Punkte auch jene über die geeignetste Besetzung derselben durch die vorhandenen Streitkräfte verflochten. So viel kann im Allgemeinen angegeben werden, daß die Vertheidigung der Westgrenze auf der inneren Juralinie Grellingen — Langenbruck — Balsthal — Mümliswyl — Reuchenette — Rochefort — Jolimont projektirt ist. Nach Feststellung dieser Punkte sind Seitens des Genies die Pläne auszuarbeiten, in welcher Weise die betreffenden Punkte befestigt werden sollen; hierbei sind die Zwecke der einzelnen Punkte und die verfügbaren Mittel maßgebend, von welch letzteren anzunehmen ist, daß sie meistens erst in der zwölften Stunde erhältlich sein werden. Dem entsprechend sind denn auch die Armirungspläne der Werke Seitens der Artillerie ausgearbeitet.

Das ist also die Befestigungsfrage nach ihrer Lösung; keine Werke, keine Forts werden gebaut, sondern nur deren Bau für den Kriegsfall vorbereitet. An den Punkten selbst werden nur Depots für Schanzzeug, Bekleidungsmaterial ꝛc. angelegt, ebenso die wichtigsten Baumaterialien, wie Eisenbahnschienen, Deckhölzer, aufgestapelt, um im Nothfall den Bau möglichst beschleunigen zu

können. Ebenso wird die zweckmäßigste Art der Unterbringung und Anlage der Depots für die neu zu beschaffende Positionsartillerie hinter den zu befestigenden Punkten in Erwägung gezogen, um eine möglichst rasche Armirung der Werke zu begünstigen.

Nach diesen neuesten Nachrichten ist also von einer wirklichen Befestigungsfrage der Schweiz nicht mehr die Rede, sondern nur die Vorbereitungen für den Bau von provisorischen Werken an den hierfür strategisch wichtigsten Punkten sind getroffen worden, die denn auch die Sympathien des Volkes finden dürften.

Literatur.

3.

Geſchichte der Feſtung Ingolſtadt bis zum Jahre 1815. Im Auftrage des Chefs des Generalſtabes der K. B. Armee bearbeitet von Otto Kleemann, Generalmajor und Director der K. B. Kriegsakademie. München, literariſch-artiſtiſche Anſtalt (Th. Riedel) 1883. Preis M. 8,00. —

In jener unbeſtimmbar fernab liegenden geologiſchen Epoche, wo die Alpen emporſtiegen, den Boden unſres heutigen Deutſchlands mit heraufnahmen und den Ocean, der hier beſtanden, zum Ablauf brachten, iſt jene weſtöſtliche Spalte geriſſen, die, nachmals vom abſtrömenden Waſſer ausgewaſchen, zu der mächtigen, wechſelnd engen und weiten Mulde geworden iſt, die wir heut das Donauthal nennen. In den Weitungen, die das allmälig ſich verlaufende Waſſer nicht mehr ganz erfüllen konnte, entſtand Wieſen- und Bruchland. Eine ſolche Bildung iſt das Donaumoos, auf das man ſtößt, wenn man von München aus nordwärts die bayeriſche Hochebene paſſirt und an deren Nordrand zum Flußgrunde niederſteigt. Den gegenüberliegenden linken Thalrand bilden die letzten Südabfälle des fränkiſchen Jura. Beide Thalränder liegen hier bis gegen 20 km von einander entfernt.

Daß dieſe Terrainbildung zu Stromſpaltungen geführt hat, iſt von vornherein erklärlich.

Verfolgt man behufs Abſtieges von der bayeriſchen Hochebene zur Donauthal-Sohle das Seitenthal des Nebenfluſſes Paar und wendet ſich — etwa 10 km von deſſen Mündung — halblinks von

[illegible] Donauarme zu überschreiten, von [illegible] die ersten drei zeitweise fast trocken liegen, während der [illegible] als wasserreicher, schnell fließender, ersichtlich [illegible] und regulirter Strom darstellt, an dessen [illegible] — größtentheils am linken — die Festung Ingolstadt ge- [illegible]. Unterhalb derselben mündet ein sehr spitzwinklig heran- kommender, mittelmäßiger Donauzufluß, die Schutter.

Als diese Landschaft noch zu Vindelicien gehörte und unter römischer Herrschaft stand, war die Vielarmigkeit des Flusses zwar auch schon vorhanden, aber die Donau vertheilte ihre Wassermassen anders; der südlichste Arm war der Hauptarm; in dem Winkel, den [illegible] mündende Flüßchen Paar mit jenem bildet, hatten die Römer eine befestigte Etappe „Vallatum". Daß — wie unser Name sagt — in Ingolstadt selbst Zeichen römischer Seßhaftigkeit nicht gefunden worden sind, wird man auf Grund der angeführten [illegible] Thatsache leicht erklärlich finden; der nördliche Arm hatte damals keine strategische Bedeutung. Wohl aber machte sie sich, als die Besiedelung zunahm, die landwirthschaft- liche Bedeutung der fruchtbaren Aue geltend. So tritt denn auch der Name Ingolstadt zuerst im Charakter der „villa regia", eines Meierhofes oder Kammergutes der Herrscher des Frankenreiches auf, mit dem 770 Karl der Große Herzog Thassilo II. belehnte.

Fast 300 Jahre später erscheint der Ort urkundlich beglaubigt als eine Stadt mit Mauer, Graben und festem Schlosse.

Diese älteste Stadt reichte noch nicht bis an den nördlichsten Donauarm, der damals also wohl weder militärisch noch für Han- del und Schifffahrt bedeutungsvoll erschienen sein kann; der Ort lag vielmehr an der Schutter, deren starkes Gefälle Mühlenanlagen begünstigte.

Hundert Jahre später erfolgte — angeregt durch die Landes- fürsten — eine sehr erhebliche Erweiterung der Stadt, von 1400 lfd. Metern Ringmauer auf rund 3000, so daß das neue Stadt- areal mehr als das Vierfache des alten betrug. Von der neuen Mauer wird berichtet, sie sei 6—8 m hoch gewesen, mit einem hölzernen „Wehrgange" und schmalen, nach außen sich verengen- den Scharten; in Abständen von etwa 30 m sprangen Thürme von 6 m Durchmesser halbrund nach außen und geradlinig nach innen vor.

Eins der damaligen Thore (Kreuzthor) ist noch in voller Ursprünglichkeit erhalten: im viereckigen Unterbau die Thordurchfahrt; darüber das Obergeschoß im Achteck mit Zinnen; Erkerthürme an den Uebergangspunkten aus dem Viereck ins Achteck; davor ein von vertheidigungsfähiger Mauer umschlossener „Vorhof" (Thortambour).

Für die Geschichte der Kriegsbaukunst in Deutschland am meisten interessant und lehrreich ist die zeitgemäße Verstärkung, die Ingolstadt in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts erfuhr.

Die alte Ringmauer mit dem Schlosse an der Südostecke des Platzes — am Einflusse der Schutter in die Donau — blieb als innere Linie durchaus unverändert, obwohl sie ein sehr irreguläres Polygon bildete, das sich der Theilung in gleich lange Fronten durchaus widersetzte. Parallel dazu wurde außerhalb ein breiter zu Geschützaufstellung geeigneter Erdwall mit halbem Escarpenrevêtement und ein Wassergraben angelegt. In der etwa 700 m langen Donaukehle, wo die alte Mauer eine Art krummliniger Tenaille bildete, wurde nichts vorgelegt. Die Landseite wurde in sechs sehr ungleich lange Fronten getheilt (200—600 m), und die Eckpunkte erhielten sehr starke Bollwerke, Basteien oder Rondele, die den Charakter des Reduits, des Kavaliers und der Flankirungsanlage vereinigten.

Die Neubefestigung muß — wie unser Autor meint — 1572 beendet gewesen sein, denn in diesem Jahre ließ Herzog Albrecht V. ein Holzmodell im Maßstabe 1:720 anfertigen, das sich, im Ganzen wohlerhalten, jetzt in München im bayerischen Nationalmuseum befindet.

Nach diesem Modell hat General Kleemann für seine Geschichte von Ingolstadt außer dem zu einer Citadelle ausgebildeten Schlosse sechs verschiedenartig eingerichtete Basteien und Rondele in Vogelperspective gezeichnet, die ein sehr anschauliches Bild der Befestigung gewähren. Diese Neubefestigung des 16. Jahrhunderts ist eine genau zeitgenössische derjenigen von Antwerpen und von Wien, mit denen sich zwei Artikel dieser Zeitschrift (XIII im 84. Bde., 1878; XIV im 85. Bde., 1879) eingehend beschäftigt haben. In den beiden genannten Orten kam die italienische Form der Bollwerke (baluardi) zu reinstem Ausdruck; Ingolstadt zeigt Unabhängigkeit von der fortifikatorischen Mode des Tages, Freiheit und Eigenart.

General Kleemann schreibt den Entwurf dem Grafen Reinhard von Solms-Lich zu, der von 1538 bis etwa 1545 in bayerischen Diensten war und in Ingolstadt seinen Aufenthalt hatte. Graf Solms, bei Uebernahme der Oberleitung der Ingolstadter Befestigung gegen fünfzig Jahre alt, galt zur Zeit bereits für einen tüchtigen, wohlerfahrenen Kriegsmann. 1546 erscheint er als kaiserlicher Feldmarschall, hat aber bis 1560 sich für den Fortgang des Ingolstadter Festungsbaues (wie auch für Augsburg, Memmingen, Mindelheim ꝛc.) interessirt. Daß Graf Solms über Kriegskunst (1559) geschrieben, ist aus dem bekannteren Werke gleichen Inhaltes des Leonhard Frunsperger ersichtlich; nach General Kleemann hat Ersterer zuvor (1556) auch ein Werk über Festungsbau herausgegeben. Selbst zur Hand gehabt scheint General Kleemann dasselbe nicht zu haben; wenigstens befindet es sich nicht unter den 82 Druckschriften, die er als benutzte Quellen namhaft macht; dem Referenten ist es gleichfalls unbekannt.

Als eigentlicher ausführender Baumeister von Ingolstadt, von 1539 an, wirkte Georg Stern, der später nicht nur Bau-, sondern auch Zeugmeister des Platzes war und 1565 starb; sein Amtsnachfolger war sein Sohn Reinhard, der noch 1594, also lange nach Vollendung der Neubefestigung, als Baumeister des Platzes genannt wird.

Vorstehende Personalangaben sind insofern von allgemeinem kriegsbaugeschichtlichen Interesse, als sie im Widerspruche mit der bisher gangbaren Annahme stehen, daß Daniel Speckle bei der Befestigung von Ingolstadt betheiligt gewesen sei. General Kleemann sagt in Bezug hierauf: „Da über seine (Speckles) Thätigkeit in dieser Festung weder in seinem Werke noch in den Archiven etwas zu finden ist, die noch vorhandenen einschlägigen Baurechnungen aus den Jahren 1575 und 1576 aber nur Reparaturen, keine Neubauten ausweisen, auch — wie das Modell von 1573 unwiderlegbar bezeugt — die Festung um diese Zeit vollendet war, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß demselben eine besondere Rolle bei den Ingolstädter Festungsbauten nicht zuerkannt werden kann. Von den in seiner 1589 zum erstenmale erschienenen „Architectura von Vestungen“ niedergelegten Ideen findet sich in den Werken Ingolstadts keine Vertretung mit Ausnahme des terrassirten gedeckten Weges (unteren und oberen Grabenlaufes), der aber hier

schon 1573 vollendet vor Augen liegt, bevor Speckle in bayerische Dienste kam."

Es soll nicht behauptet werden, daß diese Schlußfolgerungen sich bestimmt widerlegen ließen, aber einige Gegenbemerkungen drängen sich auf.

Was Speckle in Ingolstadt gebaut haben könnte, ist aus seinem Werke allerdings nicht zu entnehmen, wohl aber ergiebt sich aus einer bestimmten Stelle als wahrscheinlich, daß er daselbst thätig gewesen ist. Er berichtet über eine Berathung, zu der auf kaiserlichen Befehl Lazarus von Schwendy mehrere Fachmänner 1576 nach Regensburg berufen habe.*) Es handelte sich, wie es scheint, vorzugsweise um die Grundsätze für Befestigungsanlagen in Ungarn wider die Türken. Zu den Berufenen gehörte auch Speckle. Er sagt wörtlich: „... der (nämlich Lazarus v. Schwendy) ließ mich im Namen Ihr. Majest. von Ingolstatt, wo ich mich damalen verhielt, mit Erlaubniß meines gnädigen Fürsten und Herrn, Herzogs Albrecht von Bayern, dessen Diener ich damalen war, auch erfordern."

Zehn Jahre nach Speckles Tode und dem ersten Erscheinen seiner „Architectura etc." erschien 1599 eine zweite Auflage, die S.'s Verleger, der zugleich sein Schwager war, veranstaltet und mit einem in Verse gebrachten Lebenslauf des verstorbenen Speckle versehen hatte. In diesem wird erzählt, daß S. eine Reihe von Jahren in Diensten des Erzherzog Ferdinand (nächstjüngerem Bruder des Kaisers Maximilian II.) gestanden habe, zuerst als dessen „Rüstmeister", dann mit der Landesaufnahme im Elsaß beauftragt. Weiter heißt es wörtlich:

Demnach gen Regenspurg ihn fort
Herzog Albrecht in Bayern dort
Berufet, und auch alsobald
Für seinen Baumeister bestallt,
Schickt ihn nach Ingolstatt behend
Da er einen schönen Bau vollendt.

Auf die letzte Zeile ist kein besonderer Werth zu legen; der poetische Biograph ist zugleich Lobredner und nimmt den Mund etwas voll; aber als Thatsache wird doch anzunehmen sein, daß Speckle vom

*) Also eine „Enquête-Commission von Experten", um es in modernem Parlaments- und Zeitungs-Deutsch auszudrücken.

Herzog von Bayern als Baumeister in Dienst genommen, und daß ihm Ingolstadt als Aufenthalt angewiesen gewesen ist.

Das Modell der neuen Befestigung soll 1572 und 1573 angefertigt worden sein. Aus diesem Umstande zu schließen, daß auch die Befestigung selbst damals gänzlich vollendet gewesen sei, erscheint uns nicht unbedingt nothwendig. Damals, wo sowohl die Kunst des geometrischen und perspectivischen Zeichnens, wie auch unter Laien das Verständniß solcher Darstellungsweise wenig verbreitet war, wurde viel mehr modellirt als heut; es hat an sich nichts Unglaubliches, daß die Neubefestigung von Ingolstadt 1573 anticipando im Modell als vollendet dargestellt sein könnte, während in Wirklichkeit noch Manches fehlte.

Daß sich in den Akten nur Reparaturnachweise erhalten haben, kann zufällig sein; daß die Akten nur bruchstückweise erhalten sind, wird ja anerkannt.

General Kleemanns Bemerkung: daß sich von den in Speckles Architectura niedergelegten Ideen in den Werken Ingolstadts keine Vertretung finde — muß unbedingt zugestimmt werden; nur möchten wir zweierlei hinzufügen. Erstens kam Speckle unbedingt zu spät nach Ingolstadt, als daß er an dem fortifikatorischen Grundgedanken noch hätte ändern können, und zweitens giebt er die in seiner Architectura „niedergelegten Ideen" durchaus nicht für sein fortifikatorisches Ideal aus.

Die Grundlage des Speckle'schen Werkes ist das Streben, [illegible] Ansehen der hochmüthigen, selbstgefälligen, die Deutschen herabsetzenden italienischen Befestigungskünstler zu untergraben. Er will [illegible] Mängel an ihren eigenen Compositionen nachweisen. Deren [illegible]liches findet er in den „fürgelegten Wehren" oder „fürgelegten Bollwerken", d. h., modern gesprochen, in dem altitalienischen Bastionär-Tracé. „So will ich ihnen", sagt er wörtlich, [illegible] solchen fürgelegten Bollwerken antworten, doch auf meine [illegible] Das heißt doch unverkennbar: Ich nehme den Grundgedanken der Italiener an, aber nur um zu zeigen, daß man ihn [illegible] gestalten und ausbilden kann. Noch mehr verrät [illegible] im Ideengang durch den Satz: „Ob ich wohl noch [illegible] (so über die Maßen fest sind) vorzustellen [illegible] allein bei Diesem geblieben." Speckle sagt [illegible] Bastionsfronten haben, so will ich euch [illegible] richten müßtet; ich meinestheils wüßt' es

auch noch anders und besser als mit euren italienischen fürgelegten Bollwerken zu machen." Was er sich dabei gedacht hat, darüber fehlt es freilich an jedem Anhalte.

Hundert Jahre nach der eben besprochenen Neubefestigung erfuhr Ingolstadt eine neue zeitgemäße Umgestaltung. Die alten Bollwerke und Rondele an den Polygonecken wurden — zum Theil durch Gräben vom Hauptwall noch sicherer abgeschnitten — zu Kavalieren, und vor denselben wurden inselartig im Wassergraben gelegene Erdbastione erbaut. Die drei längsten Fronten erhielten auch noch Zwischenbastione.

Der Concipient dieses im Stile der Zeit geschickt angeordneten Verstärkungsbaues war Christoph Heidemann, von dem 1664 eine „Architectura militaris" und 1673 eine „neu herfürgegebene Kriegsarchitektur" publicirt worden ist. Jetzt erst erhielt der Platz einen soliden Brückenkopf in Hornwerksform vor dem Donauthore auf dem rechten Ufer des nördlichen Donauarmes.

Den von Heidemann ihr gegebenen Charakter hat die Festung Ingolstadt im Wesentlichen bewahrt bis zu ihrem Ende. Dieses bereitete ihr Napoleon, der 1800 die Schleifung des Platzes anordnete und alsbald in Angriff nehmen ließ. Es war nicht schwer, den zur Zeit ohnehin ziemlich verfallenen Platz so weit zu schwächen, daß er für vertheidigungsunfähig gelten konnte, ohne daß sehr umfangreiche Abbruchs- und Einebnungsarbeiten nöthig gewesen wären. Eben deshalb konnte man auch leicht an Wiederherstellung des Platzes denken, was in den nächsten Kriegsjahren von österreichischer, von französischer und von bayerischer Seite auch geschehen, aber über das Darandenken nicht hinausgekommen ist.

General Kleemann hat die Geschichte der Festung Ingolstadt nur „bis 1815" schreiben wollen; er hält sich streng an sein Programm und wirft auch nicht den flüchtigsten Blick über die selbstgezogene Grenze hinüber in die Gegenwart.

Für die Entwickelungsgeschichte des Kriegsbauwesens in Deutschland ist Ingolstadt durch den Neubau des 16. Jahrhunderts ein interessantes und lehrreiches Beispiel, für die Belagerungsgeschichte bietet es wenig, denn es hat zwar zu verschiedenen Zeiten mehr oder weniger ernste Anläufe, aber nicht eine durchgeführte Belagerung erlebt.

General Kleemann hat sehr emsig alle einschlägigen bayerischen Archive durchstöbert und viele Einzelheiten über Bauprazis, Arbeiter-

gestellung und Löhnung, Materialbeschaffung, Arbeitsdispositionen, Armirung, Approvisionirung, Wachtdienst u. s. w. zusammengetragen.

Einige sehr interessante Schriftstücke sind als Beilagen diplomatisch treu wiedergegeben. Leider diplomatisch treu — wird wahrscheinlich der Setzer geseufzt haben und mancher Leser seufzen. Als Beleg geben wir den ersten Satz der Beilage 2 wieder:

„Jörgen vonn Hasslang, Pflegers, Jerg Stern Zuig vnnd Paumaisterß Vnnd Jörgen Weinmaisters, Zolners zu Ingolstadt, auff ainen ffstl. an sie außgangen Beuelch, vndertheniges getreuliches gedenckhen, wie Ingolstadt, Im fal ainer besorgendten belegerung besetzt und prouantiert soll werden, auffs khürzest begriffen. Den 14. May anno ect 1558."

Wie Viele werden wohl, wenn sie von „Preuen" und „pöckhen" lesen, nicht gleich verstehen, daß Brauer und Bäcker gemeint sind. U. s. w.

Recht beschwerlich zu lesen nach Stil wie Orthographie, aber sehr belohnend, ist auch Beilage 3, ein „Bericht des Feld- und Landzeugmeisters Freiherrn von Sprintzenstein 1590". Ersichtlich hatte der Landesfürst diesen hohen Beamten zu einer außerordentlichen Inspicirung von München nach Ingolstadt gesendet, um durch einen unbetheiligten Sachverständigen ein unbefangenes Gutachten über die Verhältnisse des Platzes in fortifikatorischer und allgemein militärischer Beziehung zu gewinnen.

Wir citiren einen beliebigen kurzen Satz aus diesem Inspicirungsberichte, um zu erläutern, wie wir glauben, daß zur Erleichterung des Lesens das Original hätte umgestaltet werden können, ohne seinem Wesen zu nahe zu treten:

„Fürs Zwölfte. Weil meines Wissens in Rathschlägen bisher von nachfolgenden Punkten nichts traktirt worden, acht' ich, meiner Einfalt nach, für eine Nothdurft, wenn sich ein Belagerung (was Gott verhüte) bei der Feste Ingolstadt zutragen soll — del Calzar et Vestir*) des Soldaten auch Meldung geschehen soll, denn

*) Fuß- und Leibbekleidung. Der Schreiber gebraucht die italienischen Ausdrücke aus Feinheit. Wenn er späterhin seinem Landesherrn gegenüber von so gemeinen Dingen wie Schuhen oder gar Hosen spricht, setzt er in Parenthese entschuldigend und vorbereitend: „mit Reverenz zu melden."

wenn in einer Feste, sonderlich in den strengen Wintern, die Soldaten (reverendo zu melden) nicht wohl beschuht und gekleidet, wenn sie die kalten Lüfte auf den Schildwachen durchgehen, werden sie bald krank, müssen zuletzt die Haut gar daran strecken.

In einer Festung sind drei Hauptartikel, als: Proviant und andre gute Munition.

Zum Andern: Wo der Soldat (Reverenz zu melden) wohl beschuht, gewandet und sich reinlich erhalten hat, so bleibt er lange frisch, stark und gesund.

Fürs Dritte: Wohlqualificirte Soldaten, welcher Artikel sich weit erstrecken thut. Ein wohlqualificirter Soldat muß Gott und seine Obrigkeit recht fürchten, beherzt, treu, nüchtern, emsig und fleißig sein.

Wo diese drei Punkte in einer Stadt oder Festung perfekt maintenirt werden, steht es wohl."

Eine zweite Belegstelle geben wir diplomatisch treu wieder; erklären sie aber vorab.

Die Vertheidigung des Platzes lag nach den Landesgesetzen der Bürgerschaft ob. Um diese aber im Frieden ihrem Gewerbe nicht zu entziehen und im Kriegsfalle ihr Anhalt und Vorbild zu gewähren, wurden einige hundert Mann Berufssoldaten in Sold gehalten, die den Wach- und Sicherheitsdienst versahen. Diese bildeten die eigentliche „Garnison" oder — mit dem damals meist gebräuchlichen italienischen Wort — die „guardia".

Für diese empfiehlt der Sprintzenstein'sche Inspicirungsbericht die Einführung einer gleichen Kleidung, die für jeden Mann beschafft, aber ihm auf seinen Sold angerechnet werden solle. Wenn ein Solcher zu irgend einer Zeit ehrlich und ordentlich sein Verhältniß löse, so solle er sich mit seinem Ersatzmann einigen und diesem auch seine Montur gegen entsprechende Entschädigung überlassen.

Dieser Vorschlag lautet im Original:

... „gleichwol Zierliche Claidung khainman schlaggt, So ist es doch gar leichtlich dahin zebringen, das ein Jedlicher Schützs bei der Inglstettischen Quardj In Abschlag seiner besoldung Ain Schützenröckhel, und von dergleichen Tuch (reverenz zumelden) Ain Galliotisch par hosen Annemen vnnd welcher sich vnter Ihnen aufthain lest, der Annder so Eindritt, vmb solches Schützenröckhel, vnnd hosen (nachdem es Alt oder New) die billichkeit gemäß, sich mit Ime dem beurlaubten

vergleichen soll, damit steets dergleichen Schützenclaidung bei den Schützenleuthen bleiben thuet."

Es ist nicht zu leugnen, daß der Originaltext ein treuherzig naives Zeitkolorit hat, und wer sich die Mühe nicht verdrießen läßt, sich hineinzulesen, wird Unterhaltung und kulturhistorische Belehrung finden.

Die fleißige Arbeit des General Kleemann sei also bestens empfohlen. S.

4.

Das deutsche Feldartillerie-Material und dessen taktische Verwerthung. Mit spezieller Rücksicht auf Infanterie- und Cavallerie-Offiziere von Th. Kriebel, Oberst a. D. München 1882. J. Lindauer'sche Buchhandlung. 576 Seiten 8°. Preis Mark 6,50.

Der Herr Verfasser beabsichtigt, für die Offiziere der Infanterie und Kavallerie ꝛc. eine Artillerielehre zu geben, aus der sie alles über die Feldartillerie im Gefecht oder Manöver für sie Wissenswerthe ersehen können. Wir glauben, daß der Inhalt des Werkes aber mehr bietet und namentlich in einigen Kapiteln einem vollständigen Feldartillerie-Handbuch nahe kommt, aus welchem alles für das Material und dessen Gebrauch irgend Wichtige entnommen werden kann. Hierdurch hat das Werk auch einen Umfang gewonnen, den der Herr Verfasser selbst nicht beabsichtigt hatte (s. Schlußwort), und es entsteht hieraus mit Rücksicht auf den Zweck, den der Herr Verfasser im Auge hatte, die Mühe für die Leser, die nicht der Artillerie angehören, das für sie Wichtige heraussuchen zu müssen. Bei der Klarheit und Uebersichtlichkeit in der Eintheilung des Stoffes und dem sehr eingehenden Inhaltsverzeichniß wird dies freilich keine großen Schwierigkeiten haben. Der Inhalt theilt sich in zwei Theile, von denen im ersten das Material und alles, was damit direkt oder indirekt zusammenhängt, also auch die ganze Fahr- und Exerzirschule, sowie das Schießen ꝛc. besprochen wird. In diesem Theil dürfte der erste die Konstruktionsverhältnisse behandelnde Abschnitt dem vom Herrn Verfasser zunächst beabsichtigten

Zweck durch Klarheit und Kürze am besten entsprechen, nur glauben wir, daß die Beigabe einiger Skizzen sehr von Nutzen gewesen wäre, da es nicht jedem außerhalb der Artillerie stehenden Leser möglich sein dürfte, wie es der Autor sich denkt, die gegebene Beschreibung mit dem Material selbst vergleichen zu können.

In den folgenden Abschnitten dieses Theils sind unseres Erachtens manche den Nichtartilleristen kaum interessirende Details, z. B. über die Behandlung und gute Erhaltung des Materials, Reparaturen, über Schirren, Satteln und Packen ꝛc. enthalten. Hierbei haben auch einige Details Aufnahme gefunden, die nur für die Bayerische Artillerie Gültigkeit haben, ohne daß dies genügend hervorgehoben ist; — wir nehmen an, daß das Werk durchaus nicht allein für die Bayerische Armee bestimmt ist.

Der zweite Theil des Werkes ist betitelt: Ueber taktische Verwendung der Feldartillerie, und bietet eine Studie des Herrn Verfassers über artilleristisch-taktische Fragen, die in jüngster Zeit vielfach behandelt und der endlichen Klärung nahe gerückt sind.

Dieser Theil hat dadurch noch ein besonderes Interesse, daß er die gesammte bezügliche Litteratur seit 1870 eingehend resümirt und kritisch beleuchtet. Der vierte Abschnitt des Exerzirreglements der Feldartillerie, der das Gefecht der Artillerie behandelt, ist unverkürzt abgedruckt, was wir bei seiner Wichtigkeit auch für die Offiziere anderer Waffen nur billigen können. Besonders eingehend sind ferner die v. Schell'schen Studien über Taktik der Feldartillerie (1. und 2. Auflage), die Werke von Hoffbauer sowie die sonstige betreffende Litteratur seit 1876 (aus den v. Löbell'schen Jahresberichten) behandelt. Die eigenen Ansichten über die wichtigsten taktischen Themas der Feldartillerie hatte der Herr Verfasser in einem schon im Jahre 1876 gehaltenen Vortrage dargelegt, der diesem Theile einverleibt ist, und an den weitere Studien geknüpft sind.

Wir glauben, daß dieser zweite Theil des Werkes allen denen sehr willkommen sein wird, die sich für die neueren Ansichten über die in künftigen Kriegen zweckmäßigste Verwendung und Führung der Artillerie interessiren, ohne Zeit oder Gelegenheit zu haben, die betreffende Litteratur genau durchstudiren und kritisch vergleichen zu können.

Zum Schluß ist noch der neueste 1882 erschienene Entwurf der Schießinstruktion für Feldartillerie und eine Zusammen-

stellung über Einrichtung und Leistungsfähigkeit des französischen, russischen, österreichischen und italienischen Feldartillerie-Materials als Nachtrag zum ersten Theil des Werkes angefügt.

Das äußerlich sehr gut ausgestattete Werk ist allen denen, die sich über die deutsche Feldartillerie genauer unterrichten wollen, als bequemes, alles Wissenswerthe umfassendes Handbuch zu empfehlen.

5.

Ueber die Führung der Artillerie im Manöver und Gefecht. Hannover 1883. Helwing'sche Verlagsbuchhandlung. 155 Seiten 8°. Preis Mark 2,00.

Das unter obigem Titel ohne Nennung des Verfassers erschienene Werk verfolgt den Zweck, die höhern Truppenbefehlshaber, die im Manöver sowohl wie im Kriege die Artillerie verwenden sollen und ihr hierzu, ebenso wie den andern Waffen, bestimmte Befehle zu geben haben, mit dem Wesen dieser ihnen im Allgemeinen ferner liegenden Waffe und ihrer Führung vertraut zu machen, in der richtigen Erkenntniß, daß jeder, der ein Werkzeug gebrauchen soll, mit dessen Eigenschaften, Leistungsfähigkeit und Führung vertraut sein muß, wenn er davon den vortheilhaftesten und das Werkzeug selbst nicht unnütz abnutzenden Gebrauch machen will.

Diese Aufgabe löst der ungenannte Verfasser in einer äußerst lebendigen klaren Sprache, die den Leser fesselt und anregt. Man fühlt es überall heraus, daß der Verfasser im Frieden und im Kriege reichlich Erfahrungen gemacht hat und bei aller Begeisterung für seine Waffe doch nicht blind für die bei ihrem Gebrauch gemachten Fehler ist, — wie solche bei Friedensmanövern und Exerzir- und Schießübungen sich ja häufig genug einem unbefangenen Auge darbieten und in dem vorliegenden Werke mehrfach drastisch genug besprochen werden. Der Freimuth, mit dem dies geschieht, hält sich aber allein an die Sache und kann Niemanden verletzen, zumal die Vorschläge, wie im Manöver und im Gefecht derartige Fehler zu vermeiden sind, durchaus nicht fehlen.

Das Werk ist in dieser Hinsicht nicht nur für die außerhalb der Artillerie stehenden Befehlshaber und solche, die sich dazu heranbilden wollen, sondern in noch höherm Grade auch für jeden Feldartilleristen äußerst lehrreich und interessant.

Das Werk bespricht zunächst die Waffenwirkung der Feldartillerie und faßt dieselben in 5 Thesen zusammen, die wir, als charakteristisch, hier folgen lassen. Der Verfasser stellt die Leistungsfähigkeit der Feldartillerie in folgender Fassung fest:

„Eine jede Batterie vermag heutzutage in dem Zeitraum einer Viertelstunde:

1) Bis 4000 m jede Marschkolonne oder Rendezvousformation von mindestens der Stärke eines Regiments zum Aufmarsch bezw. Stellungswechsel zu nöthigen;
2) bis auf 3000 m jede Marschkolonne oder Bataillonskolonne zur Entwickelung zu zwingen;
3) bis auf 2000 m jeden feststehenden Gegner von nicht über 150 Schritt Frontbreite kampfunfähig zu machen;
4) jede von 2000 m bis 1000 m avancirende Infanterie von nicht über 150 Schritt Frontbreite auf dieser Strecke zum Stehen zu bringen;
5) bis auf 1000 m auch das kleinste Ziel zu vernichten."

In dem folgenden, das „Abtheilungs-Exerziren" besprechenden Kapitel wird u. A. ausgeführt, daß der Krieg nur höchst selten einer Abtheilung Gelegenheit geben wird, in der Weise aufzutreten, wie sie dies im Frieden auf dem Exerzir- und Schießplatz sowie auf dem Manöverfeld zu thun gewohnt ist. Das folgende dritte Kapitel bespricht die eigentliche artilleristische Führung der Batterien und ist in die Unterabschnitte: das Einschießen der Batterien — artilleristische Anforderungen an den Truppenführer — Manövereindrücke — allgemeine Gefechtsverhältnisse — die Rekognoscirung — die Führung im wechselnden Terrain — getheilt.

Das vierte und letzte Kapitel bespricht die Vereinigung der artilleristischen Führung der Artillerie mit ihrer taktischen Verwendung.

Unsere Artillerie wird in den künftigen Feldzügen einen viel schwereren Stand als im Kriege 1870/71 haben, da alle fremden Artillerien jetzt ebenfalls ein Material haben, welches dem unsern keineswegs nachsteht, und es auch zu gebrauchen wissen, und da

ferner überall der Ausbildung des Infanteriefeuers auf weiterer Entfernung eine hohe Bedeutung beigelegt wird.

Unsere im Feldzug 1870/71 gemachten Erfahrungen sind daher nicht ohne Weiteres für kommende Kriege maßgebend. Eine Besprechung der neuen voraussichtlichen Verhältnisse, wie sie das vorliegende Werk bietet, ist daher unter allen Umständen willkommen, zumal dieselbe theilweis von neuen Gesichtspunkten ausgeht und somit wesentlich zur Klärung beiträgt. Das Werk ist Jedem, der sich für die Führung der Artillerie beim Manöver und im Ernstfall interessirt, und besonders auch allen Artillerieoffizieren dringend zu empfehlen; es ist viel daraus zu lernen und giebt viel zu denken.

6.

Die Geschützbedienung der Fußartillerie. Ein Hülfsbuch für die Ausbildung am Geschütz von v. Scheve, Hauptmann. Erstes Heft: Die Bedienung eines Geschützes mit Flachkeilverschluß in Belagerungslaffete. Berlin 1882. Vossische Buchhandlung. 124 Seiten 8°. M. 1,20.

Der Herr Verfasser beabsichtigt in dem vorliegenden Werk, dessen erstes Heft vorliegt, alle auf die reglementarische Bedienung beim Schießen aus Festungs- und Belagerungsgeschützen bezughabenden Vorschriften, die in dem Exerzirreglement, der Anleitung für die Bedienung und in den ergänzenden Verfügungen der Königlichen General-Inspektion der Artillerie enthalten sind, so zusammenzustellen, daß man die jeden einzelnen Punkt betreffenden Bestimmungen ꝛc. bequem beisammen hat und sicher ist, Nichts zu übersehen.

Als Grundlage ist das Exerzirreglement genommen, und bei jedem Paragraphen desselben sind die auf den Inhalt desselben bezughabenden Stellen der Anleitung für die Bedienung ꝛc. an der bezüglichen Stelle wortgetreu eingeschaltet. Außerdem hat der Herr Verfasser aus seiner eigenen Praxis bei der Lehrkompagnie der Artillerie-Schießschule schätzenswerthe Empfehlungen und Hinweise für die praktische Ausführung hinzugefügt.

Durch vorgesetzte Buchstaben, besonders aber durch Wahl verschiedener Schriftarten ist in sehr klarer Weise kenntlich gemacht, ob der betreffende Satz dem Reglement, bezw. der Anleitung ꝛc. entnommen ist oder vom Verfasser selbst herrührt.

Das aus der Praxis hervorgegangene Werk wird in der Praxis bei der Ausbildung der Fußartillerie am Geschütz und beim Schießen selbst von großem Nutzen sein; es ist den Offizieren dieser Waffe wie den älteren Avancirten derselben als bequemes und zuverlässiges Hülfsbuch zu empfehlen, und dürfte ein baldiges Erscheinen der andern Hefte für diese sehr erwünscht sein.

7.

Gefechtsmethode der schweizerischen Feldartillerie von Ulrich Wille, Oberstlieutenant und Instruktor der schweizerischen Artillerie. 31 Seiten gr. 8°. Frauenfeld, Verlag von J. Huber. 1882. Preis M. 0,80.

Das vorliegende Heft des rühmlichst bekannten Herrn Verfassers ist nach dem Vorwort bestimmt, als Entwurf für den in das neu herauszugebende Handbuch für Artillerie-Offiziere später aufzunehmenden entsprechenden Abschnitt zu dienen. Der Herr Verfasser beabsichtigt dadurch, daß er diesen Entwurf der allseitigen Beurtheilung unterwirft, zur Abklärung der Begriffe beizutragen und auf diese Art vielleicht den offiziellen Vorschriften vorzuarbeiten.

Der Entwurf ist nach Art eines erweiterten Reglements aufgestellt, und dürfte sein Inhalt auch wohl den in der Schweiz momentan gültigen Vorschriften und den dort in maßgebenden Kreisen über die Führung der Feldartillerie herrschenden Ansichten entsprechen.

Daß diese Ansichten auf der Höhe der Zeit stehen, ist bei der rühmlichst bekannten Rührigkeit der schweizer Artillerie selbstverständlich.

Wesentliche Abweichungen von den bei uns gültigen Bestimmungen sind daher auch nicht zu konstatiren. Dem Artillerie-

kommandeur ist eine etwas größere Selbstständigkeit dem Trup
befehlshaber gegenüber insofern vindicirt worden, als ihm die A
der Ziele, gegen welche geschossen werden soll, und namentlich
Anordnen eines Stellungswechsels allein überlassen ist.

Ferner wird bei der Vertheidigung, um Terrainfalten ꝛc.
überwachen, ein Detachiren einzelner Züge für zulässig erklärt,
Maßregel, der wir nicht das Wort reden möchten, wenn sie
vielleicht durch die eigenthümlichen Terrainverhältnisse der Sch
unabweislich bedingt sein sollte.

HYDROGRAPHISCHES AMT BIBLIOTHEK
S.M.K. BIEGS MARINE

VII.

Ueber das Schießen aus Feldgeschützen gegen gedeckte Truppen.

(Aus dem italien. Giornale d'artiglieria e genio mit Zustimmung des Verfassers, A. Clavarino, Hauptmann d. Artillerie.)

„Obwohl der direkte Schuß sich am meisten für die Wirkung der Feldartillerie eignet, so geht daraus noch nicht ein völliges Ausschließen der andern Schußarten hervor.

Zu den Zeiten der glatten Artillerie war es eine allgemeine Forderung, daß die mit einem Hohlgeschoß ausgerüsteten Feldgeschütze (Kanonen größeren Kalibers und Haubitzen) im Stande waren, neben dem direkten Schuß noch einen Bogenschuß unter nicht zu großen Elevationswinkeln auszuführen. Die Anwendung dieses Schusses erhielt sich auch bei den gezogenen Geschützen; nur die preußische Artillerie erachtete nach dem Kriege von 1866 den Fortfall dieser Schußart für angemessen, und wir befolgten ihr Beispiel für die 7 cm-Kanone. Die s. Z. hierfür geltend gemachten Gründe, die Schwierigkeit der Entzündung der kleinen Kartuschen und andererseits die Möglichkeit, mit dem Shrapnelschuß den indirekten Granatschuß vortheilhaft ersetzen zu können, — erscheinen mir nicht besonders überzeugend."

In dieser Weise sprach ich mich vor sechs Jahren in einem Aufsatz aus, welchen dieses Journal (Giorn. d'artigl. e genio 1876 Seite 1142) anerkennend erwähnte, ohne jedoch einige meiner Anschauungen zu theilen, welche ich hinsichtlich der Grundsätze für die Aufstellung eines Feldartillerie-Systems nach den modernen Anforderungen auseinander zu setzen für gut fand. Die Zeit hat inzwischen in einigen Punkten meiner damaligen Voraussicht Gerechtigkeit widerfahren lassen.

In der durch jenen Artikel behandelten Frage des indirekten Schusses aus Feldgeschützen befand ich mich in Widerspruch mit

der überwiegenden Mehrzahl, wenn nicht mit der Gesammtheit der Artilleristen, und wenn ich einige Artillerien nennen kann, bei denen die Verwendung kleiner Kartuschen für den Bogenschuß sich erhielt, so haben doch meine Gegner leichtes Spiel sowohl durch die Zahl wie durch die Bedeutung der Beispiele, die sie den meinigen entgegenzustellen haben.

Es will mir indeß scheinen, als ob die Anschauungen auch in dieser Frage einer Umwandlung entgegengehen. Wenn auch dieser Frage noch nicht diejenige Beachtung geschenkt wird, die sie meines Erachtens beanspruchen darf, so sind doch Anzeichen vorhanden (und ich werde sie nachher auseinandersetzen), die mir die Gewißheit geben, daß ich mich nicht auf dem falschen Wege befand, als ich ich es unternahm, meine Ansichten gegen das, was bei uns und anderswo geschah oder sich vorbereitete, auszusprechen.

Eng verbunden mit der vorstehenden Angelegenheit ist diejenige des indirekten Richtens, welche neuerdings durch die Initiative eines unserer Korps-Kommandeure angeregt worden, der mit Recht wegen der Unthätigkeit besorgt ist, zu welcher sich die Batterien jedesmal da verurtheilt sehen, wo die Beschaffenheit des Terrains die feindlichen Truppen ihrer Sicht entzieht.

Besitzt das Hinderniß, welches sich zwischen Ziel und Batterie befindet, eine solche Lage und derartige Profilverhältnisse, daß es die Schüsse mit der unseren Feldkanonen allein verbliebenen Gebrauchsladung nicht aufzufangen vermag, dann wird das Hülfsmittel des indirekten Richtens genügen, um das Feuer eröffnen und bis zur gewünschten Wirkung durchführen zu können.

Es genügt aber nicht, wenn die Schüsse durch das Hinderniß aufgefangen werden. Und in diesem Falle, der keineswegs selten, sondern sogar, wie ich nicht anstehe zu behaupten, häufiger als der andere vorkommt, ist es durchaus nothwendig, zum indirekten Schuß d. h. zum Schießen mit verminderten Ladungen überzugehen.

Also nicht allein indirektes Richten, sondern auch indirektes Schießen.

Beides ist erforderlich, um der Feldartillerie jene Unabhängigkeit von der Bodengestaltung zu geben, deren Bedürfniß in unserem Lande noch mehr wie in anderen hervortritt und welches andererseits in der Truppe selbst sich durch das Streben geltend macht, sich durch Schützengräben und andere Arbeiten der flüchtigen Befestigung möglichst gegen die Wirkung des direkten Schusses zu sichern.

Der Wunsch, nach Kräften zu der Verwirklichung aller Fortschritte beizutragen, welche, rechtzeitig ins Werk gesetzt, nicht unerhebliche Elemente eines Sieges werden können, hat meine Aufmerksamkeit auf die Art und Weise der Lösung dieser beiden Aufgaben gelenkt.

Indem ich mir die Behandlung eines Richtverfahrens gegen ein von der Batterie aus nicht sichtbares Ziel vorbehalte, lasse ich nunmehr einige Betrachtungen über den indirekten Schuß aus Feldgeschützen folgen.

Betrachtungen über den indirekten Schuß der Feldartillerie.

Von wesentlicher Bedeutung für das Aufgeben der kleinen Ladungen bei den Feldgeschützen war die Ueberlegung, daß die Anwendung des Shrapnelschusses von besonderer Wirksamkeit sei, wo es sich darum handle, Truppen aus natürlichen oder künstlichen Deckungen zu delogiren. Diese wohl mit etwas zu viel Leichtigkeit aufgestellte Behauptung ist durch die Thatsachen widerlegt worden. Heutzutage ist es bis zur Evidenz praktisch erprobt, daß ein Shrapnelschießen der Feldartillerie in der augenblicklichen Ausführung, gegen Truppen hinter Deckungen selbst leichten Profils, wie es die üblichen Gefechtsverschanzungen sind, wirkungslos bleibt. Und es bedeutet ein absichtliches Verharren in der Täuschung, wenn die Handbücher der Artillerie den Fall eines Shrapnelschießens gegen völlig der Sicht entzogene und gedeckte Truppen behandeln.

Die neuerdings bei uns eingeführte „Vorschrift für das Richten und Schießen aus Feld- und Belagerungsgeschützen" schreibt für das Shrapnelschießen gegen gedeckt stehende Truppen, auf mittleren Entfernungen zunächst die Erzielung einer engeren Gabel von 50 m vor und hält die Batterie für eingeschossen, wenn $^1/_4$ oder $^1/_2$ der Sprengpunkte hinter die Deckung fallen.

Untersuchen wir jetzt, welcher Art die Wirkung eines solchen Schießens gegen eine Infanterielinie sein kann, welche in knieender oder gebückter Stellung sich hinter einer Erdaufschüttung von 1,3 m Höhe, also einer mittleren Höhe unter den für Feldverschanzungen gebräuchlichen, befindet.

Die Deckung des Feindes sei ein Feld-Profil nach Brialmont: Brustwehr 0,8 m über; Grabensohle 0,5 m unter Terrain; obere Grabenbreite = 2,25 m.

Nehmen wir als die kleinste Entfernung, auf welcher die Artillerie das Feuer gegen gedeckte Infanterie in einer Vertheidigungsstellung eröffnen kann, 1500 m an. Bei der Wahl dieser Entfernung an Stelle einer noch kleineren, auf der man unter besonders günstigen Umständen vielleicht Aufstellung nehmen könnte, verbessern sich die Schießbedingungen um so mehr, als mit der Entfernung gleichzeitig die Einfallwinkel wachsen.

Als Geschütz nehmen wir unsere 9 cm-Feldkanone. Werden die oben angeführten Schießregeln befolgt, so wird die mittlere Flugbahn des Shrapnels nahezu in die obere Kante der Deckung gelegt. Da die Höhe des Raumes für 50 pCt. aller Schüsse auf der genannten Entfernung 0,78 m beträgt, so wird die höchste Flugbahn nicht höher als 1,6 m über der Brustwehrkrete liegen. Das Maximum an Wirkung wird erreicht, wenn die Sprengpunkte des Shrapnels in der Höhe dieser (höchsten) Flugbahn und gleichzeitig in einem solchen Abstande von der Krete liegen, daß diese letztere von den tiefsten Kugeln des Streuungskegels gestreift wird.

Wir nehmen den halben Scheitelwinkel dieses Kegels auf 1500 m zu 7 Grad an, nicht ohne zu bemerken, daß dieser Werth den wirklichen wahrscheinlich übersteigt.*)

Addirt man zu dem halben Streuungskegelwinkel den Fallwinkel von ca. 4°, so ergiebt sich ein Winkel von 11° zur Horizontalen für die am tiefsten gehenden und die Brustwehrkrone streifenden Kugeln. Setzt man die Brustwehrkrete als das Terrain um 0,8 m überragend voraus, so trifft die angegebene tiefste Linie der Sprenggarbe das Terrain erst in einem Abstande von $0{,}8 \times \operatorname{ctg} 11° = 4{,}12$ m rückwärts der Brustwehrkrete; es besteht daher unterhalb der durch die Shrapnelkugeln bestrichenen Zone ein Raum von hinreichender Höhe, um einer oder zwei Reihen von Soldaten den völlig sicheren Aufenthalt in der Verschanzung zu gestatten, da die Sohle des Grabens hinter der Brustwehr als um $0{,}8 + 0{,}5 = 1{,}3$ m unter der Krete liegend anzunehmen ist.

Es bleibt indeß zu beachten, daß eine Lage des Sprengpunktes unter den vorerwähnten Bedingungen nur eine sehr geringe Wahr-

*) Die preußische Artillerie nimmt ihn zu 6 Grad an; ebenso wurde er vom Kapitain Pedrazzoli für unsere 7 cm-Kanone berechnet. Viel niedriger bestimmt ihn der Major Nicholson für die Bodenkammershrapnels der englischen Artillerie. D. Vers.

ſcheinlichkeit für ſich hat. Da nämlich die mittlere Flugbahn gerade über die Bruſtwehrkrone hinweggeht, ſo erhellt, daß bei der einen Hälfte der Schüſſe die Kugeln des mittleren unteren Streuungskegels vollſtändig und diejenigen des mittleren oberen zum Theil von der Deckung aufgefangen werden.

Was die andere Hälfte der Flugbahnen angeht, ſo könnten ſie bei der Innehaltung unſerer Schießinſtruktion zum Zweck des Einſchießens unter Umſtänden ſämmtlich hinter die Deckung verlegt werden; wenn indeß nicht ſämmtlich, ſo doch ſicherlich zu ihrer Hälfte, d. h. zu 1/4 der Geſammtſchußzahl.

Bei der günſtigſten aller Bedingungen wird alſo die gewünſchte Flugbahn in dieſem Viertel liegen müſſen. Als die am weiteſten von der mittleren ſich entfernende Flugbahn hat dieſelbe nur einen ſehr geringen Wahrſcheinlichkeitsfaktor für ſich, und wenn man ſchließlich die Streuung der Sprengpunkte in der Flugbahn in Rechnung zieht, ſo gelangt man zu dem Ergebniß, daß ein Schießen nach dem oben beſprochenen Verfahren weit entfernt iſt, Sprengpunkte unter den vorſtehend erläuterten Verhältniſſen, geſchweige denn Treffer in den Zielen ſelbſt zu liefern.

Auf Entfernungen über 1500 m kommt die Zunahme des Fallwinkels und gleichzeitig des Winkels des Streuungskegels der Wirkſamkeit des Shrapnelſchuſſes zu Gute. Nimmt man indeß auf der Entfernung von 2000 m, worüber hinaus man das Shrapnelfeuer wohl ſchwerlich ausdehnen kann, den halben Scheitelwinkel des Streuungskegels zu 8° ſtatt 7° bei 1500 m an, ſo würde man noch immer nicht einen Fallwinkel von genügender Größe erhalten, um mit den tiefſten Kugeln der Sprenggarbe die innere Böſchung der Deckung beſtreichen zu können. Ich ſehe hierbei, wohlverſtanden, noch völlig von jenen anderen Verhältniſſen ab, welche, wie oben bewieſen, dem Schießen, namentlich bei der hierfür maßgebenden Inſtruktion, jede Wahrſcheinlichkeit einer Wirkung benehmen.

Und jetzt möge man mir den Zweifel zu Gute halten, den ich, wie aus dem eingangs angeführten Aufſatz hervorgeht, ſeit jeher in Betreff der Wirkſamkeit des direkten Shrapnelſchuſſes gegen Truppen hinter zufälligen Deckungen des Geländes oder künſtlichen Verſchanzungen gehegt habe.

Durch die größeren Geſchwindigkeiten, die man den Geſchoſſen zu geben bemüht geweſen, und die damit verbundene Verringerung der Fallwinkel, endlich auch durch das wachſende Streben in den

Heeren nach möglichst ausgedehnter Verwendung von Feldbefestigungen, wovon der letzte orientalische Krieg beredtes Zeugniß giebt, — ist der Uebelstand immer größer geworden.

Und während es seltsamer Weise noch Leute giebt, die mehr im Nachbeten des Ueberlieferten als aus eigener Ueberzeugung die Möglichkeit einer Shrapnelwirkung gegen selbst vollständig der Sicht entzogene gedeckte Truppen behaupten, finden sich bereits Andere, welche, nachdem sie die Wirkungslosigkeit eines solchen Schießens eingesehen, und wie man zu sagen pflegt, einmal der Schrei der Beunruhigung ertönt ist, diesen sofort mit Vorschlägen begleiten, deren Annahme einen förmlichen Rückschritt in der Verwendung der Feldartillerie bezeichnen würde.

Ich meine hiermit die Vorschläge zur Beifügung kurzer Kanonen, Haubitzen oder Mörser, deren Bestimmung der indirekte Schuß sein würde, zu den augenblicklich bestehenden Feldbatterien. Den Anfang einer Verwirklichung dieser Vorschläge sehen wir sowohl bei der russischen Artillerie, als auch bei Krupp, in der Konstruktion von Mörsern kleinen Kalibers, denen man die Bezeichnung Batterie- oder Feldmörser gegeben.

Die Idee, der Feldarmee einen kleinen Park von Geschützen folgen zu lassen zur Bekämpfung von Werken der flüchtigen oder provisorischen Befestigung mit starkem Profil und mit Blindagen versehen, welche der Gegner zur Verstärkung seiner Stellung errichtet und mit Geschützen von größerer Leistungsfähigkeit als derjenigen der Feldgeschütze armirt — diese Idee erscheint nicht unzeitgemäß, sie findet Gönner und mag vielleicht lebensfähig sein. Jene Kommission von Generalen, der man in Frankreich das großentheils todter Buchstabe gebliebene sog. System des Jahres XI verdankt, hatte ebenfalls unter ihre Vorschläge die Errichtung eines mobilen Belagerungsparks aufgenommen, welcher allen Bewegungen der Armee folgen sollte und gleichwohl von derselben Beschaffenheit war, über dessen Zeitgemäßheit wir die Artilleristen von heute diskutiren sehen.

Das aber, was meines Erachtens sofort zurückgewiesen werden müßte, das ist die Kombination auch nur eines einzigen Geschützes dieser Art mit den Kanonen der heutigen Feldbatterien.

Sie würde bei diesen die Eigenschaft leichter Beweglichkeit verschlechtern und uns immer von jener Gleichförmigkeit des Materials und des Dienstes entfernen, welche ein Haupterforderniß für eine

Schlachten-Artillerie bildet. Ich lasse auch nicht den Einwurf gelten, daß die Nothwendigkeit zu einer solchen Maßregel durch das anerkannte Unvermögen unserer derzeitigen Geschütze auferlegt werde, da ein solches Unvermögen keineswegs besteht, vielmehr nur dadurch sich kundgiebt, daß man von den Geschützen nicht den richtigen Gebrauch macht.

Der Nachweis, wie man beim Granat- wie Shrapnelschießen mit verringerter Ladung, auch mit den Geschützen unserer heutigen Feldartillerie sehr wohl eine Wirkung gegen Truppen zu erreichen im Stande ist, welche durch gewöhnliche Feldverschanzungen oder durch die Brustwehren anderer Feldbauten (wenn dieselben kein zu starkes Profil haben) gedeckt sind, auch ohne zu erhebliche Komplikationen für die Bedienung und die Munitionsausrüstung mit in den Kauf zu nehmen — dieser Nachweis bildet den zweiten Theil dieses Aufsatzes.

Ueber das Granat- und Shrapnelschießen mit verringerter Ladung.

Als Ausgangspunkt betrachte ich den Ersatz einer noch zu bestimmenden Zahl von Gebrauchsladungen in der Munition unserer 7 und 9 cm-Kanonen durch andere Kartuschen, welche je aus drei kleinen Kartuschen zu $^1/_3$ der jetzigen Ladung bestehen.

Es wird nicht schwer halten, eine Art der Verbindung dieser drei kleinen Kartuschen zu einem Ganzen zu ermitteln, welche im Bedarfsfalle eine leichte und rasche Trennung derselben gestatten würde.

Ich bestimme die kleine Kartusche für den indirekten Schuß.

Die Ladung wird sich zu 283 g für das 7 cm- und zu 483 g für das 9 cm-Geschütz ergeben; als Pulver wäre das von 7—11 mm Körnergröße zu wählen.

Bekanntlich erreicht die Gebrauchsladung beider Kanonen ungefähr diejenige des Maximalertrages.

Bei annähernder Berechnung der Einbuße an Geschwindigkeit durch Verringerung der Ladung wird man für diese kleinen Ladungen Anfangsgeschwindigkeiten von 200 bezw. 250 m annehmen können. Bei diesen Anfangsgeschwindigkeiten erhielte man auf der schon vorhin in Betracht gezogenen Entfernung von 1500 m Fallwinkel von 21° und 18°.

Da außerdem die Abnahme der Geschoßgeschwindigkeit eine

Zunahme des Scheitelwinkels des Streuungskegels bedingt, welche wir zu 2° annehmen, so ergeben sich bei einem halben Scheitelwinkel von nunmehr 8° für die untersten Kugeln des Streuungskegels Fallwinkel von 29° bezw. 26°.

Auch bei dem kleineren dieser Winkel reicht der Brustwehrkörper einer gewöhnlichen Felddeckung nicht aus, um zu verhindern, daß die Kugeln des unteren mittleren Theiles der Sprenggarbe, welche über die Brustwehrkrete hinübergehen, in den Graben der Deckung selbst hineinschlagen, denn, den Höhenunterschied zwischen Sohle des Mannschaftsgrabens und Krete der Brustwehr wie oben zu $0{,}8 + 0{,}5 = 1{,}3$ m angenommen, ergiebt sich der Abstand des tiefstmöglichen Treffpunktes jetzt $= 1{,}3 \times \text{ctg. } 26° =$ nur 2,67 m, wonach also höchstens je ein Mann, der sich dicht an Graben- und Brustwehrböschung schmiegt, den Schutz des todten Winkels finden würde.

Nachdem die Ausführbarkeit einer wirksamen Beschießung gezeigt ist, erübrigt noch die Angabe eines Verfahrens, welches die möglichste Nutzbarmachung einer solchen gestattet.

Man beginnt mit Granaten und der Gebrauchsladung eine Gabel von 50 m zu erschießen, in welche die Deckung mit Sicherheit eingeschlossen ist. Dann geht man zum Shrapnelfeuer über mit einem Aufsatz, welcher dem Mittel der letzten Gabelentfernungen, und einer Brennlänge, welche der größeren Gabelentfernung entspricht. Diese Brennlänge wird voraussichtlich viele Sprengpunkte von einer geringeren als der Zielhöhe, vor und hinter der Deckung oder sogar Krepirer nach dem Aufschlage liefern.

Diese niedrigen Sprengpunkte dienen zum sicheren Anhalt für das Einschießen. Unter Zugrundelegung derselben bestimmt man den Aufsatz so, daß die mittlere Flugbahn eher hinter die Deckung, als vor dieselbe zu liegen kommt, und die Brennlänge wird soweit verkürzt als nöthig ist, um nur noch $^1/_{10}$ aller Sprengpunkte in einer geringeren Höhe als derjenigen des Zieles zu erhalten.

Ich will mich über die Zweckmäßigkeit des Gabelschießens mit Granaten nicht weiter auslassen.

Da wir einen doppelt wirkenden Zünder besitzen, so kann dasselbe im Falle des Mangels an Granaten auch mit Shrapnels und mit der Perkussionswirkung des Zünders ausgeführt werden.

Die Anwendung der Gebrauchsladung anstatt der verringerten Ladung für das Einschießen rechtfertigt sich durch die Thatsache,

daß aus Gründen der beſſeren Trefffähigkeit die Ermittelung der Entfernung weit ſicherer und ſchneller mittelſt des direkten als des indirekten Schuſſes vor ſich geht. Wir ſchlagen die Verlegung der mittleren Flugbahn mehr hinter die deckende Maſſe und in Folge deſſen auch in einen gewiſſen Höhenabſtand von derſelben vor, um ſo den mittleren unteren Theil der Sprenggarbe beſſer ausnützen zu können.

Daß wir nach beendigtem Einſchießen nur $^1/_{10}$ der Sprengpunkte in einer geringeren Höhe über dem Boden als derjenigen der Deckung erhalten, könnte die Sprengweite als zu groß erſcheinen laſſen. Es ſei aber in dieſer Hinſicht daran erinnert, daß in Folge der geringeren Endgeſchwindigkeit des Geſchoſſes auch die Streuung der Sprengpunkte ſich um ein Bedeutendes vermindert, ſo zwar, daß, wenn der Raum für 50 pCt. der Sprengpunkte beim direkten Schuß durch zwei Vertikalflächen mit 45 m Abſtand begrenzt iſt*), dieſer Abſtand beim Schießen mit verringerter Ladung nicht mehr wie 25 m beträgt.

Man darf alſo annehmen, daß 80 pCt. der Sprengpunkte in eine Zone von nicht über 50 m Länge hineinfallen. Nach erfolgtem Einſchießen wird der mittlere Sprengpunkt auf 25 m vor der Bruſtwehrkrone liegen.

Dieſe Sprengweite wird man auch beim Schießen mit der kleinen Ladung nicht für zu groß halten, ſowohl hinſichtlich der Endgeſchwindigkeit des Shrapnels im Augenblick des Zerſpringens als auch hinſichtlich der Ausbreitung der Kugeln.

Ich möchte an dieſer Stelle die Bemerkung nicht unterlaſſen, daß man im Allgemeinen der Ausbreitung der Kugeln auf den Scheiben nicht die gebührende Bedeutung beilegt.

In unſeren Schießinſtruktionen wird die Wirkung des Shrapnelfeuers einfach nach der Zahl der Treffer beurtheilt, wobei der andere ſehr wichtige Faktor der Vertheilung der Kugeln im Ziel gänzlich außer Acht gelaſſen wird. Dies iſt der Grund, weshalb man beiſpielsweiſe beim Schießen gegen die Front einer Kompagnie, eine Wirkung, welche 100 Kugeln auf 2 qm Oberfläche ergiebt,

*) Beim Shrapnel des 7 cm-Gebirgsgeſchützes, welches mit verhältnißmäßig ſchwacher Ladung verfeuert wird, giebt die Schußtafel den Abſtand von 30 m für die Vertikalflächen, welche 50 pCt. der Sprengpunkte einſchließen, an.

höher stellt als eine andere, bei der sich nur 50 Treffer, aber in gleichmäßiger Vertheilung auf 50 qm, vorfinden. Und doch ist es gerade die Zahl der getroffenen Figuren, um die es sich nur handeln kann, nicht die Zahl der Kugeln in dem Ziele. Um aber eine große Zahl von Rottentreffern zu erhalten, darf man keine zu kleinen Sprengweiten anstreben.

Bei Entfernungen über 1500 m werden die Flugbahnen immer gekrümmter und in Folge dessen der indirekte Schuß wirkungsvoller, da der todte Winkel hinter der Brustwehr stetig abnimmt.

Da nun zum Theil auch die Kugeln der mittleren oberen Sprenggarbe zur Geltung kommen, so wird der Einfluß der Streuungen in den Sprengpunkten immer mehr abnehmen.

Auf Entfernungen unter 1500 m und bis ungefähr 1000 m erreicht der Fallwinkel der untersten Kugeln noch immer eine genügende Größe, um das Innere der Deckung nahe der inneren Brustwehrböschung bestreichen zu können. Shrapnelfeuer auf Entfernungen unter 1000 m würde nur für diejenigen Fälle anzurathen sein, wo entweder die geringere Höhe der Deckung kleinere Einfallwinkel der Kugeln zuläßt, oder wo die Truppen hinter der Deckung in einer Aufstellung in mehreren Gliedern einen größeren Raum einnehmen.

Das Schießverfahren wird dadurch nicht geändert; man sucht stets einen Aufsatz, der etwas größer, und eine Sprengweite, die etwas kleiner ist als der Entfernung entspricht, so daß man meist hohe Sprengpunkte und nur einen kleinen Bruchtheil derselben in einer geringeren Sprenghöhe als der der Deckung erhält.

Auch der indirekte Granatschuß wird mit Vortheil verwendet werden können, wenngleich da, wo es sich um Beschießung von unmittelbar durch vorliegende Hindernisse gedeckten Truppen handelt, der Shrapnelschuß wegen der steileren Einfallwinkel der unteren Kugeln und der größeren Wirkung des Streugeschosses überhaupt vorzuziehen ist.

Verfügt man über kleine Ladungen, so wird man auch in allen den Fällen ein erfolgreiches Granat- wie Shrapnelfeuer durchzuführen im Stande sein, wo die eigene Aufstellung gegen feindliche Sicht gedeckt ist. Irgend eine Bodenwelle, eine Baumgruppe, eine Mauer u. dergl., welche sich zwischen Ziel und Batterie befindet, vermag den mit der Gebrauchsladung verfeuerten Schuß aufzufangen, während die höhere Spannung der Flugbahn bei Ver-

wendung der verringerten Ladung das Geschoß befähigt, über das Hinderniß hinwegzugehen.

Wie ich oben vorausschickte, steht die besprochene Schußart ihrem Wesen nach mit dem indirekten Richten in Verbindung. Bis jetzt wurde sie allzusehr vernachlässigt. Wenn es indeß je einen Zeitpunkt gegeben, in dem es die Sorge der Artillerie sein mußte, in der ausgedehntesten Weise die Deckungen des Geländes auszunutzen, so ist es gerade der augenblickliche.

Man wird es nicht als eine Uebertreibung ansehen, wenn ich behaupte, daß in einem nächsten Kriege diejenige Artillerie ein sehr gewichtiges Element der Ueberlegenheit in sich trägt, welche nach vorangegangener gründlicher Friedensausbildung einen ausgedehnten Gebrauch von dem indirekten Schießen und dem indirekten Richten macht.

Wenige Versuche zur Ermittelung der zweckmäßigsten Zusammensetzung der drei getrennten kleinen Kartuschen, einige Erfahrungen über die Bestimmung von Aufsatz und Brennlänge beim Schießen mit verringerter Ladung, einige andere Vergleichsversuche mit den beiden verschiedenen Ladungen — würden weder viel Zeit noch viel Arbeit erfordern.

Es wird nicht schwer sein, am Aufsatz wie auch am Zünder die dem Schießen mit verringerter Ladung entsprechende Eintheilung anzubringen. Man könnte diese neuen Eintheilungen aber auch fortlassen, wenn sich zwischen ihnen und denen des direkten Schusses eine einfache und konstante Beziehung herausstellen sollte; eine Sache, die nicht im Bereich der Unmöglichkeit liegt.

Und hier schließe ich, zufrieden, wenn meine Worte die Aufmerksamkeit meiner Kameraden auf einen Gegenstand zu lenken im Stande sein werden, der, ich wiederhole es, von nicht unerheblicher Bedeutung ist, und ohne dessen Beachtung wir nicht dazu gelangen werden, aus unserer derzeitigen Feldartillerie den ganzen Nutzen zu ziehen, den sie uns zu gewähren vermag.

VIII.

Der Telemeter Paſchwitz; Modell von 1882.

E. v. Paſchwitz (in Weiherhammer bei Bayreuth) hat vor einigen Jahren einen Entfernungsmeſſer erſonnen, der 1879 in dem von Profeſſor Dr. Carl Müller in München herausgegebenen „Repertorium für phyſikaliſche, mathematiſche und aſtronomiſche Inſtrumentenkunde“ durch Profeſſor Lorber eine auf zahlreiche praktiſche Verſuche begründete Empfehlung gewonnen hat. Auch Dingler's polytechniſches Journal (Jahrgang 1880, Band 235) und die Jahrbücher für die deutſche Armee und Marine (1881, Band 38) haben Notiz von dem Apparate genommen. In dem Modell von 1882 ſind nur kleine auf die praktiſchen Verſuche gegründete techniſche Abänderungen eingeführt; das Princip iſt das urſprüngliche.

Jedes rechtwinklige Dreieck wird bekanntlich durch diejenige Linie, die durch den Schnittpunkt der Katheten rechtwinklich zur Hypotenuſe gelegt iſt, in zwei einander und dem ganzen ähnliche Dreiecke zerlegt; das Quadrat des Abſtandes des rechten Winkels von der Hypotenuſe iſt gleich dem Produkte der beiden Hypotenuſen-Abſchnitte. Wenn der eine der nichtrechten Winkel ſehr ſpitz iſt, ſo iſt die demſelben anliegende Kathete des großen Theil-Dreiecks erheblich größer als die gegenüberliegende Kathete des kleinen Dreiecks. Iſt c die ganze Hypotenuſe, b der Abſtand des rechten Winkels von derſelben und a der kleinere Hypotenuſen-Abſchnitt, ſo iſt die Entfernung der Spitze des Dreiecks $x = (c - a) = \frac{b^2}{a}$. Iſt b konſtant, ſo läßt ſich leicht ein Maßſtab entwerfen, mittelſt deſſen auf dem kurzen Hypotenuſen-Ende a das lange Ende x

gemessen wird. Wenn z. B. wie bei dem neuesten Telemeter Paschwitz $b = 20$ m gewählt ist, so entsprechen
den Entfernungen

$L = 1000$ m; 2000 m; 3000 m; 4000 m; 5000 m

die Repräsentanten

$$a = \frac{b^2}{L} = \frac{400}{1000} = 0{,}4 \text{ m}; \frac{400}{2000} = 0{,}2 \text{ m}; \ ^2/_{15} \text{ m}; \ 0{,}1 \text{ m}; \ 0{,}08 \text{ m}.$$

Der Telemeter Paschwitz theilt hiernach mit vielen andern die geometrische Grundlage der Basismessung und der Berechnung einer großen Unbekannten aus kleinen Bekannten; das Maß seiner Zuverlässigkeit hängt von der Genauigkeit der Winkelbestimmung und des Reduktions- resp. Augmentations-Maßstabes ab. Gegenüber Konstruktionen, die beide Basiswinkel messen, ist hier der Vortheil gewonnen, daß nur der eine konstante Winkel durch das Instrument ein für allemal sicher gestellt zu sein braucht. Nicht zum Vortheile der Leichtigkeit und Transportabilität, aber sehr zum Vortheil scharfer Beobachtung trägt der Umstand bei, daß der in Rede stehende Apparat nicht in freier Hand geführt, sondern auf Stative gelagert wird, die ebenso stabil und in vertikalem und horizontalem Sinne beweglich sind, wie diejenigen der Nivellirfernrohre. Gleichwohl wiegt der ganze Apparat nur 12 kg; denselben mitzuführen ist daher jedenfalls für die Feldartillerie ohne Beschwerde.

Die Basis (von 20 m, bei den ersten Apparaten 25 m) wird durch eine Meßkette aus Messingdraht oder ein Bandmaß von Stahlblech dargestellt. An den Basis-Endpunkten, die wir mit I und II bezeichnen wollen, wird je ein Stativ postirt. Zunächst wählt der Beobachter den Standpunkt I und visirt das Objekt an, dessen Entfernung ermittelt werden soll. Zu diesem Zweck dient ein terrestrisches Fernrohr mit Fadenkreuz, welches lose aber sicher in zwei gabelförmigen Lagern des Stativs liegt. Nur die obere Hälfte des Objektivglases ist frei und läßt das Objekt erkennen, die untere Hälfte ist durch ein Spiegelpaar (in besondrem vor dem Objektivende des Fernrohrs angebrachten Gehäuse) gedeckt. Dieses Spiegelpaar ist so gestellt, daß der durch doppelte Spiegelung unter dem Objekte sichtbare Gegenstand rechts seitwärts und die Verbindung dieses Seitenobjektes mit dem Standort rechtwinklig zur Visirlinie nach dem Hauptobjekte liegt. Diesen Seitenpunkt markirt der Gehilfe des Beobachters, nachdem letzterer ihn durch

ein kleines Hilfs-Diopter am Fernrohr direkt aber nur annähernd genau eingerichtet hat, genau durch geeignete Bewegung eines Maßstabes, der in den Gabellagern des in Punkt II aufgestellten Stativs liegt. Der Hauptbeobachter kann mittelst seines Fernrohrs selbst die betreffende Maßstabs-Ziffer ablesen.

Hierauf wechseln Beobachter und Gehilfe — jener das Fernrohr, dieser den Maßstab mit sich nehmend — die Plätze und legen ihre Apparate in die stehen gebliebenen Stative. Wird von dem nunmehr auf Punkt II stehenden Beobachter durch das Fernrohr wieder das Geradeaus-Objekt anvisirt, so erscheint zwar wieder der Maßstab im Spiegelbilde, aber das Fadenkreuz deckt eine andere Ziffer. Solchergestalt wird auf dem Maßstabe der oben mit a bezeichnete kurze Hypotenusen-Abschnitt festgestellt und, da die Eintheilung daselbst entsprechend gemacht und beschrieben ist, die gesuchte Entfernung direkt abgelesen.

Nach Angabe des Erfinders kostet eine Messung nur 3 Minuten Zeit.

Aus 500 unter allen Witterungsverhältnissen angestellten Versuchen resultirten als mittlere Fehler

auf	1000 m	2000 m	3000 m	4000 m	5000 m
	4 m	10 m	20 m	33 m	50 m
oder Unsicherheit von	0,4	0,5	2/3	0,825	1 pCt.

Dieses Prüfungsergebniß ist ein sehr günstiges; wir bekennen, daß es uns überrascht hat.

Unsre Zweifel an der Zuverlässigkeit des Instrumentes gründen sich auf die große Bedeutung, welche der Unveränderlichkeit des von dem Instrumente angegebenen Winkels beiwohnt und der Unwahrscheinlichkeit, daß diese Unveränderlichkeit unter allen Umständen sollte gewahrt werden können.

Es wird sich empfehlen, diese Bedenken durch Zahlen zu belegen.

Der dem Instrumente zu Grunde liegende, Eingangs angeführte Satz:

> Die von dem rechten Winkel eines Dreiecks auf dessen Hypotenuse gezogne Senkrechte ist die mittlere Proportionale der beiden Hypotenusen-Theilstücke —

ist nur die specielle Anwendung eines allgemeinen Gesetzes auf den rechten Winkel. Der Satz lautet allgemein:

Wenn von dem Schnittpunkt der zwei den Winkel $90 \pm \varphi$ einschließenden Seiten eines Dreiecks eine Gerade $= b$ so gegen die dritte Dreiecksseite gezogen wird, daß sie mit dieser denselben Winkel $90 \pm \varphi$ bildet, so ist das Produkt der Theilstücke a und x der dritten Dreiecksseite

$$= \frac{b^2}{1 \mp 2 \frac{b}{a} \sin \varphi}.$$

Für das rechtwinklige Dreieck, wo $\varphi = \sin \varphi = o$ geht dieser allgemeine Ausdruck in $a\,x = \frac{b^2}{1 \mp o} = b^2$ über.

Der Telemeter Paschwitz ist so eingerichtet, daß der Winkel (gleichviel ob genau $= 90°$ oder um einen kleinen Winkel φ größer oder kleiner) konstant, und ebenso die Länge b ($= 20$ m) konstant ist. Die oben beschriebenen Manipulationen mit dem Apparate haben zur Folge, daß man a bestimmt.

Statt in jedem Falle aus dem konstanten b und dem bekannten φ sowie dem durch die zweite Visirung gefundenen a die gesuchte Entferung $x = \frac{b^2}{a \mp 2b \sin \varphi}$ zu berechnen, hat man umgekehrt für die dem Gebrauch des Apparates entsprechend interessanten und möglichen Werthe von x das a berechnet, nämlich $a = \frac{b^2}{x} \mp 2b \sin \varphi$ und dementsprechend auf einem Maßstabe eine Theilung gemacht und sogleich mit den entsprechenden x-Werthen beschrieben.

Für den einfachsten Fall, den des rechten Winkels, wo $\varphi = o$ ist z. B. bei $b = 20$ der Werth $a = \frac{20^2}{x} = \frac{400}{x}$ und $\frac{b}{a} = \frac{x}{20}$. Der Maßstab erhält also folgende Theilung (in Wirklichkeit von 100 zu 100 m; hier beispielsweise von 500 zu 500 m).

x =	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
a =	0,400	0,267	0,200	0,160	0,133	0,114	0,100	0,088	0,080
$\frac{b}{a}$ =	50	75	100	125	150	175	200	225	250

Meter.

Wenn der Maßstab für den Instrumenten-Winkel $\alpha = 90 \pm \varphi$ berechnet ist, das Instrument aber enthält thatsächlich und ohne daß der Aufnehmer es bemerkt oder berücksichtigt den Winkel

$\alpha_1 = 90 \pm \psi$, so ist das Verhältniß der auf dem Maßstabe abgelesenen Entfernung x_1 zu der wahren Entfernung x_0 oder der Fehler-Coefficient $= \mu = \frac{x_1}{x_0} = \frac{1 \mp 2\ b/a \sin \varphi}{1 \mp 2\ b/a \sin \psi}$.

Für den rechten Winkel (also $\varphi = o$) reducirt sich der Ausdruck auf $\mu = \frac{1}{1 \mp 2\ b/a \sin \psi}$.

b/a nimmt, wie obige Tabelle zeigt, mit der Entfernung stark zu.

Für $\psi = +1$ Minute ($\sin \psi = 0{,}00029089$) ergiebt sich z. B. auf

1000 m: $\mu = \frac{1}{1 - 0{,}029089} = 1{,}0300$ 2500 m: $\mu = \frac{1}{1 - 0{,}072723} = 1{,}0784$

5000 m: $\mu = \frac{1}{1 - 0{,}14545} = 1{,}1701.$

Für $\psi = -1$ Minute.

1000 m: $\mu = \frac{1}{1{,}029089} = 0{,}9717$ 2500 m: $\mu = \frac{1}{1{,}072723} = 0{,}9322$

5000 m: $\mu = \frac{1}{1{,}14545} = 0{,}8730.$

Die Winkeldifferenz von nur einer Minute ist eine sehr geringfügige, sie bewirkt gleichwohl, wie vorstehendes Beispiel zeigt, daß man schon auf 1000 m ein um 30 m falsches Ergebniß erhält, auf 2500 m ein um 196 resp. 169 m; auf 5000 m ein um 850 resp. 635 m falsches!

Schon eine Sekunde mehr oder weniger Winkelgröße giebt auf 5000 m die Entfernung um 12,5 m zu groß oder zu klein.

Wenn der mittlere Fehler, wie der Erfinder angiebt, auf 5000 m nur 50 m betragen hat, so wird der größte Fehler wohl höchstens 100 m betragen haben; diesen Fehler zu erzeugen genügt eine Winkel-Unsicherheit von 8 Sekunden!

Es fällt schwer, zu glauben, daß ein Instrument, welches — in immerhin ziemlich grober Weise — den Winkel durch ein Fernrohr und zwei Planspiegel bestimmt, seine Unveränderlichkeit in den engen Grenzen von 1/4 Minute wahren sollte..

Und wenn es wirklich das Instrument thäte — wird es auch der Beobachter jederzeit thun? Wird er das Objekt, das Fadenkreuz und das Spiegelbild des Zielschildchens, das sein Gehilfe auf seinem Zuruf einrichtet, jederzeit so zur Deckung bringen, daß er nicht um eine viertel Minute irrt?

Im Winkel-Unbestande und in der Kürze der Basis finden wir das größte theoretische Bedenken gegen alle Distanzmesser von der geometrisch-optischen Klasse.

Neben der Kürze spricht aber auch die Nicht-Unveränderlichkeit der Basislänge gegen dieses Element des ganzen Princips.

Wenn z. B. das Instrument den rechten Winkel zwar genau bestimmen läßt und der Aufnehmer eben so genau visirt, aber die Basis ist nur 19,5 statt 20 m lang, so giebt die Operation $x = \frac{19{,}5^2}{0{,}08} = 4753$ m für 5000 aus, hat also rund 5% Ueberschätzung zur Folge.

Den vorstehend erörterten Bedenken, die uns am Schreibtische gekommen sind, wird der Erfinder die 500 günstigen Ergebnisse entgegenstellen, die im freien Felde gewonnen sind.

Diesen Einwand beantworten wir mit einer kleinen Geschichte, die uns ein älterer Stabsoffizier der Artillerie erzählt hat.

Derselbe hat einstmals auch einen optisch-geometrischen Distanzmesser ersonnen und ein geschickter Mechanicus denselben praktisch ausgeführt. Darauf sind sehr rigorose Versuche im freien Felde gemacht worden und der Apparat hat sich glänzend bewährt. Alle Betheiligten triumphirten bereits; nur der Erfinder beschloß noch eine letzte Prüfung. Er stellte seinen Apparat auf den Eisenbahndamm und wartete mit dem Distanzmessen, bis ein Zug vorüberfuhr. Denn, meinte er, dieser Zug wird uns einigermaßen die Erd- und Lufterschütterungen ersetzen, die auf dem Schlachtfelde zu gewärtigen sind. Und es ist gekommen, wie der besonnene Erfinder gefürchtet hat — Unsicherheiten bis zu 20% haben sich ergeben! Der Erzähler fügte hinzu, daß er nach dieser Erfahrung nicht nur seine eigene Erfindung, sondern das ganze Princip des optisch-geometrischen Entfernungsmessers für den Ernstgebrauch auf dem Schlachtfelde — für immer ad acta gelegt habe.

IX.

Die Befeſtigungen Roms.

[illegible] des italieniſchen Heerweſens nach den beab[illegible]-Reformplänen des Kriegsminiſters Ferrero, wonach zwei [illegible]-Armeekorps aufgeſtellt werden ſollen, die Vermehrung der [illegible] um 4 Thurm-Panzerſchiffe, 6 Kreuzer und 12 Torpedo[illegible] ferner die Befeſtigungsarbeiten an der Grenze befriedigen [illegible] die Wünſche der Militärpartei in Italien, die ſich unter der [illegible]en Leitung des Generallieutenants Luigi-Mezzacopo [illegible] mehr und mehr konſolidirt. Das Dogma dieſer Partei [illegible]: „Italiens Preſtige laſſe ſich ohne erhebliche Verſtärkung [illegible]-Wehrkraft unmöglich aufrecht erhalten“, und ihrem Drängen [illegible] zu danken, daß die Befeſtigung der Landeshauptſtadt Rom [illegible] faſt ſo gut wie fertiggeſtellt iſt.

Bei dem Intereſſe, das man ja auch in deutſchen Offizier[illegible]weſen für das italieniſche Landesbefeſtigungsweſen hegt, dürfte es [illegible] unerwünſcht ſcheinen, den Befeſtigungen der Hauptſtadt Rom [illegible] abgeſehen von dem hiſtoriſchen Intereſſe, welches dieſelben [illegible]ten, in einem kurzen Ueberblick näher zu treten.

Die feſte Willensmeinung der italieniſchen Nation, jenen be[illegible]rühmten Ausſpruch ihres Königs Viktor Emanuels, als er Rom im Jahre 1870 zur Reſidenz erhob: „In Rom ſind wir und in Rom bleiben wir,“ ganz zu dem ihrigen zu machen, ließ bald den Wunſch hervortreten, dies auch in äußeren Merkmalen zu verdeutlichen. Daneben ſprachen ſich alle kompetenten Militärs, wohl mit gutem Recht, dahin aus, daß ein energiſcher Gegner unter allen Umſtänden es bei jedem Kriege mit Italien unternehmen dürfte, bei Civita Vecchia oder auch ſüdlich davon mit einem Okkupationskorps zu landen und ſich der Hauptſtadt zu bemächtigen. Denn

der moraliſche Erfolg einer derartigen Operation iſt ein ſo gewichtiger, daß ein ſolches Unternehmen als ſelbſtverſtändlich neben den eigentlichen Kriegsoperationen in den ſchlachtenberühmten Ebenen der Lombardei bei Beginn eines jeden Krieges anzuſehen ſein wird. Dieſes Raiſonement führte zur Anlage von Befeſtigungen im modernen Stile um Rom neben den Anlagen aus den früheren Zeiten.

Die alten Befeſtigungen Roms ſtammen aus den Zeiten des Kaiſers Honorius und umfaſſen die bekannten ſieben Hügel durch Mauern, während die Befeſtigungen des Höhenzuges des nördlichen Tiberufers und des Janikulus und des Vatikans auf dem rechten Tiberufer einer ſpäteren Zeitperiode angehören. Die Mauern ſind nach dem alten Syſtem durch quadratiſche Thürme und Baſtione flankirt, die 12 Thore der alten Kaiſerſtadt werden durch runde Thürme geſchützt. Da aber der Graben vor dieſer Mauer fehlt, ſo wäre eine Verbeſſerung oder Erweiterung der alten Anlagen nach den Prinzipien der heutigen Befeſtigungskunſt nicht entſprechend geweſen, da dieſelben kaum Anſpruch auf Sturmfreiheit machen dürfen und Rom ſelbſt nach dem Umbau vor einem Handſtreich nicht geſchützt geweſen wäre.

Der maßgebende Entwurf für die neuen Befeſtigungsanlagen des Generals Bruzza ging davon aus, die alten Anlagen und Mauern beſtehen zu laſſen und in weitem Bogen um dieſelben herum ein Syſtem von modernen detachirten Forts zu legen. Von dieſen ſind die auf dem rechten Tiberufer vollendet, während ſie auf dem linken Ufer theilweiſe noch im Bau begriffen ſind.

Es iſt kaum glaublich und faſt nur Demjenigen, welcher die neuen Befeſtigungsanlagen geſehen hat, verſtändlich, welche Schwierigkeiten das Terrain den Befeſtigungen Roms entgegengeſtellt hat. Das Bauterrain wird durch den Tiber, der es im Allgemeinen von Norden nach Süden durchfließt, in zwei Theile getheilt; zu beiden Seiten des Fluſſes liegen Höhenzüge, welche durch bedeutende Mulden, ſchwer paſſirbare Schluchten und Waſſerriſſe von einander getrennt ſind. So weit das Auge blickt, trifft man auf Schwierigkeiten allerlei Art neben natürlichen Hinderniſſen und zwar ſind dieſe Schwierigkeiten im weiteſten Sinne des Wortes ſolche durch Menſchenhand errichtete oder hervorgerufene für den bauenden Ingenieur geweſen; Erdwellen, dichte Weinpflanzungen mit Mauern umgeben, tief eingeſchnittene Hohlwege und ſteile,

unzugängliche Ravins, dazwischen in Stein ausgeführte Wirthshäuser, Villen, antike Baudenkmäler und Trümmer in den verschiedensten Dimensionen und Arten. Bedenkt man dann noch, daß es in den Sommermonaten zu den Unmöglichkeiten gehört, in diesem antiken Trümmerfeld der Kampagna, durchzogen von einer moorigen, mit Haidekraut, Ginsterbüschen und Gras bedeckten Steppe, zu arbeiten, da die berüchtigte Malaria in dieser Zeit selbst den Hirten wegtreibt, der sonst fast allein seine Heerde dort treibt — dann erst wird die Schwierigkeit, die der Ingenieur zu überwinden hatte, in das richtige Licht gesetzt.

Das rechte Ufer des Tibers ist im Allgemeinen bedeutend höher, als die Höhen des linken, und unter der ganzen Gegend des ersteren bildet der 145 m hohe Monte-Mario den hervorragendsten Punkt. Von ihm aus, als der höchsten Kuppe der Hügelkette des Janikulus, hat man einen weitbeherrschenden Ueberblick über die Kampagna, und obwohl die Entfernung desselben nur $2^1/_2$ Kilometer von der Porta Angelika, d. h. vom Vatikan beträgt, so läßt doch seine dominirende Lage ihn in militärischer Richtung hervorragend wichtig erscheinen. Diese geringe Entfernung von der Hauptstadt läßt ein Bombardement derselben von dieser Richtung her nicht aus der Möglichkeit ausschließen, doch dürfte ein solches, da es gerade den Vatikan treffen würde, mit Rücksichtnahme auf den Umstand, daß die einzig denkbaren Gegner auf dieser Front beide katholisch sind, höchst unwahrscheinlich sein.

Der Monte Mario ist denn auch der Ausgangspunkt der gesammten Befestigungen auf dem rechten Tiberufer. Das Fort Monte Mario beherrscht im Norden das obere Tiberthal, von ihm aus zieht sich in weitem Halbkreis in einer ungefähren Länge von 11 Kilometer der Befestigungskranz auf dem rechten Tiberufer hin, um mit dem Fort bei der Villa Grossi an der Via Portuense zu schließen, dem seinerseits die Beherrschung des unteren Tiberthales zufällt. Die Forts sind durchschnittlich über drei Kilometer von der alten Befestigung entfernt gehalten. Zwischen den eben genannten Anschlußwerken, dem Fort Monte Mario und jenem der Villa Grossi liegen noch vier andere, wovon drei an den drei Hauptkommunikationen, an den von Rom ausgehenden alten Konsularstraßen, und zwar das Fort Pigno Sachetti, das Fort Boccea, und jenes an der Straße Aurelia Antica liegen, während das vierte den großen und breiten Zwischenraum zwischen der

Via Aurelia und der Via Portuense decken soll. Das letztere heißt Casetta Mattei.

Da die westliche Seite bei einer Unternehmung von Civita Vechia die wichtigste ist, so sind auch die dortselbst aufgeführten sechs Forts vollständig für den artilleristischen und Ingenieur-Kampf einer Vertheidigung mit allen hierzu nöthigen Mitteln schon jetzt ausgerüstet und versehen.

Das linke Ufer des Tibers ist allgemein in seinen Höhenzügen niedriger wie das rechte und die Befestigungsanlagen umfassen in einem über 24 Kilometer weiten Raum die alte Befestigungsmauer. Die Werke sind durchschnittlich vier bis fünf Kilometer von derselben entfernt, nur auf dem nördlichen Theile liegen sie ein wenig näher an derselben; die Stadt ist also auf diesem Ufer mit Ausnahme des nördlichen Theiles, wo aber das schwer passirbare Terrain uns die politischen Verhältnisse den Angriff unwahrscheinlich machen, vor einem Bombardement durchaus gesichert. Die alte Befestigungsmauer kann auf diesem Ufer als Hauptenciente gelten, da sie wohl Schutz genug gewährt, einen durch zwei Werke hindurchgelangten Angreifer einige Zeit lang aufzuhalten. Von den hier geplanten detachirten Forts ist ganz fertig und armirt: das Fort an der Via Appia, das an der Straße der Porta Maggiore, ferner das Fort von Tiburtino und dasjenige von Prenestino, während die Forts von Casilino und das von Marino im Bau soweit gediehen sind, daß sie im Laufe dieses Spätherbstes werden fertiggestellt werden können. Die Forts von Albano und Frascati (deren Namen aber nicht sicher zu eruiren ist) sind erst abgesteckt und noch nicht begonnen; das Profil entspricht ganz demjenigen der Forts, welche bereits fertiggestellt worden sind.

Die Werke sind von verschiedener Größe je nach den fortifikatorischen und strategischen Zwecken, die sie erfüllen sollen, dagegen sind sie alle von ganz ähnlicher, fast schematisch genau festgehaltener Form und Gestalt. Die Form ist bei Allen die einer sehr stumpfen Lunette, welche durch einen Kehlwall im Rücken geschlossen wird; die Grabenvertheidigungs-Anlagen sind stark zu nennen und bestehen in völlig gedeckten Revers-Kaponieren für die Geschützvertheidigung, in Flanken-Kaponieren für Infanterievertheidigung eingerichtet und einer bis zwei Kehl-Kaponieren. Die Eskarpe-Mauer ist völlig gegen den indirekten Schuß gedeckt; der Wall ist mit einem Niederwall umgeben und ähnlich dem

deutſchen Profil mit einem hohen und nieveren Wallgang verſehen. Auf demſelben ſind für die Geſchütze und Munition ausreichend viele Hohltraverſen und Hohlbauten vorhanden, wie denn auch für die Beſatzung und die Vorräthe genügend bombenſicher eingedeckte Räume vorhanden ſind. Die Breite des Forthofes iſt auf das geringſte Maß beſchränkt. Die Forts ſind für 12—24 Geſchütze und eine bis zwei Kompagnien Infanterie-Beſatzung eingerichtet.

Betrachtet man den Werth der Befeſtigungen Roms, ſo iſt vor Allem darauf hinzuweiſen, daß die Hauptbedeutung derſelben eine moraliſche iſt, nämlich die einfache Thatſache ihres Beſtehens. Die Italiener haben im Vertrauen darauf, daß ſie vor einer regelrechten Belagerung immer noch Zeit finden werden, paſſagere Werke zu bauen, einen verſchanzten Lagerplatz angelegt, welcher Rom vor einem Handſtreich ſichert und der im Stande iſt, eine große Armee vielleicht momentan aufzunehmen, der aber ſeine Hauptbedeutung in ſeinem thatſächlichen Beſtehen findet, da Italien ſeine wahren Volksintereſſen nicht in der Kampagna, ſondern in dem nördlichen Ebenengebiet ſeines Landes zu vertheidigen haben wird in der Zukunft, wie in der Vergangenheit. Immerhin läßt ſich nicht leugnen, daß die Wehrverhältniſſe Italiens durch den völligen Ausbau des Befeſtigungsſyſtems von Rom einen bemerkenswerthen Zuwachs erhalten wird.

X.

Neue ballistische Rechnenformeln

von

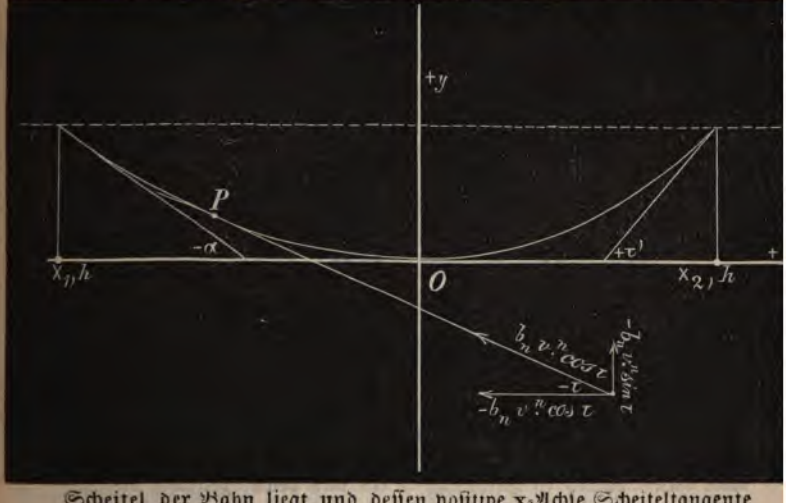
Denecke,

Sekondelieutenant im Badischen Fuß-Artillerie-Bataillon Nr. 14.

§ 1.

Herleitung der Ausgangsgleichungen.

Den unten folgenden Rechnungen wird ein rechtwinkliges Coordinatensystem zu Grunde gelegt, dessen Anfangspunkt im



Scheitel der Bahn liegt und dessen positive x-Achse Scheiteltangente ist; die positive y-Achse läuft in Richtung der Erdschwere, welche letztere als constant und deren Richtungen als einander parallel angenommen werden.

Unter der Voraussetzung, daß der Luftwiderstand der nten Potenz der Geschoßgeschwindigkeit proportional sei, lauten alsdann die beiden Ansatzgleichungen:

1) $\frac{d^2x}{dt^2} = -b_n v^n \cos\tau = -b_n \left(\frac{ds}{dt}\right)^{n-1} \cdot \frac{dx}{dt}$.

2) $\frac{d^2y}{dt^2} = -b_n v^n \sin\tau + g = g - b_n \left(\frac{ds}{dt}\right)^{n-1} \cdot \frac{dy}{dt}$.

Nun ist allgemein $\frac{d^2u}{dv^2} = -\frac{d^2v}{du^2}\left(\frac{du}{dv}\right)^3$, also im vorliegenden Falle $\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{d^2t}{dx^2} \cdot \left(\frac{dx}{dt}\right)^3 = -b_n \left(\frac{ds}{dt}\right)^{n-1} \cdot \frac{dx}{dt}$; woraus folgt:

3) $\frac{d^2t}{dx^2} = b_n \left(\frac{ds}{dt}\right)^{n-1} \cdot \left(\frac{dt}{dx}\right)^2$.

Ferner hat man allgemein: $\frac{d^2v}{dw^2} = \frac{d^2u}{dw^2} \cdot \frac{dv}{du} + \frac{d^2v}{du^2}\left(\frac{du}{dw}\right)^2$;

setzt man hierin $u = t$, $v = y$, $w = x$ und substituirt die bekannten Werthe von $\frac{d^2y}{dt^2}$ und $\frac{d^2t}{dx^2}$, so findet man

4) $\frac{d^2y}{dx^2} = g \cdot \left(\frac{dt}{dx}\right)^2 = \frac{g}{v^2 \cdot \cos\tau^2}$.

Aus dieser Gleichung erhält man durch Differentiation

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 2g \cdot \frac{dt}{dx} \cdot \frac{d^2t}{dx^2} = 2g\, b_n \left(\frac{dt}{dx}\right)^3 \left(\frac{ds}{dt}\right)^{n-1}$$

oder

5) $\frac{d^2y}{dx^2} = 2g\, b_n \left(\frac{ds}{dx}\right)^{n-1} \cdot \left(\frac{dt}{dx}\right)^{4-n}$.

Nun wird aus Gleichung 4 ermittelt: $\frac{dt}{dx} = \left(\frac{1}{g}\frac{d^2y}{dx^2}\right)^{1/2}$; setzt man diesen Werth in Gleichung 5 ein und deutet zugleich die Ableitungen nach x durch Striche an, so erhält man:

6) $y''' = 2g\, b_n (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot \left(\frac{1}{g}\, y''\right)^{\frac{4-n}{2}}$

oder

$$y''' \left(\frac{1}{g} y''\right)^{\frac{n-2}{2}} = 2\, b_n \left(1 + y'^2\right)^{\frac{n-1}{2}} \cdot y''$$

oder

$$7) \quad \left(\frac{1}{g} y''\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{n\, b_n}{g} \int \left(1 + y'^2\right)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' = f(y'),$$

wo $f(y')$ für alle ganzen Werthe von n durch elementare Functionen von y' ausdrückbar ist. Aus Gleichung 7 leitet man ab

$$x = \frac{1}{g} \int \frac{dy'}{\left[f(y')\right]^{\frac{2}{n}}}$$

$$y = \frac{1}{g} \int \frac{y'\, dy'}{\left[f(y')\right]^{\frac{2}{n}}}$$

$$t = \frac{1}{g} \int \frac{dy'}{\left[f(y')\right]^{\frac{1}{n}}}.$$

Hierdurch ist das ballistische Problem auf Quadraturen zurückgeführt.

In geschlossener Form lassen sich obige Integrale nur für den Fall $n = 1$ darstellen, während sie für $n = 3$ auf elliptische Functionen reducirt werden können.

Nimmt man das Integral der Gleichung 7 zwischen den Grenzen 0 und $-\operatorname{tg} \alpha$, so wird:

$$8) \quad \frac{1}{v_0^n} = \frac{1}{c^n \cdot \cos \alpha^n} - \frac{n\, b_n}{g} \int_0^{-\operatorname{tg} \alpha} \left(1 + y'^2\right)^{\frac{n-1}{2}} dy'$$

und ist es mithin möglich, die Scheitelgeschwindigkeit für die gebräuchlichen Luftwiderstandsgesetze als Function der Anfangsgeschwindigkeit und des Abgangswinkels in geschlossener Form zu entwickeln.

Hierdurch wird man in die Lage gesetzt, die Flugbahnelemente als Reihen nach aufsteigenden Potenzen der Abscissen — vom Scheitel der Bahn an gerechnet — oder auch als Reihen nach aufsteigenden Potenzen des Tangentialwinkels darzustellen.

Schließlich bietet die Formel 7 ein Mittel, die Luftwiderstandsconstante b_n zu bestimmen.

§ 2.

Grundlage für die Ausführung aller Reihenentwickelungen.

Differentiirt man einen Ausdruck von der Form u = ν die Funktion einer einzigen Variablen w ist, fortgesetzt dieser letzteren, so erhält man die in beifolgender Tabelle zeichneten Werthe für deren Ableitungen. Die Gesetzmäßigkeit der Bildung, welche die Tabelle aufweist, ermöglicht es, ohne Rechnung die einzelnen Kolumnen weiter fortzuführen. Da wie sogleich gezeigt werden wird, die Tabelle für alle in der Arbeit vorkommenden Reihenentwickelungen vollkommen ausreicht, so folgt, daß die Berechnung aller Elemente, welche durch Reihen dargestellt werden, mit beliebiger Genauigkeit erfolgen kann, falls die Reihen überhaupt convergiren.

Als Ausgangsgleichung für die Reihenentwickelungen benutzt nämlich stets die Gleichung 7 des § 1 benutzt; diese kann die Form:

$$\left(\frac{1}{g} \cdot y''\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_0^{\,n}} + \frac{n b_n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

gebracht werden; setzt man der Kürze halber für die rechte dieser Gleichung das Symbol ν, so hat man:

$$\left(\frac{1}{g} y''\right)^{\frac{n}{2}} = \nu,$$

woraus folgt:

$$\text{a)}\quad \frac{1}{g}\, y'' = \nu^{\frac{2}{n}}$$

$$\text{b)}\quad g \cdot \frac{dx}{dy'} = g \cdot x' = \nu^{-\frac{2}{n}}.$$

Versteht man nun unter ν', ν'' ꝛc. die Ableitungen nach x und setzt $p = \frac{2}{n}$, so liefert die Tabelle zehn auf e folgende Ableitungen von $\frac{1}{g}\, y'$ nach x; versteht man unter ν' ν'' ꝛc. die Ableitungen von ν nach y' und setzt p =

so liefert dieselbe die zehn ersten Differentialquotienten von $g \cdot x$ nach y'.

Was zunächst die Ableitungen von ν nach y' anbetrifft, für welche die Symbole ν', ν'' ꝛc. beibehalten werden, während die nach x mit ν_1, ν_2 ꝛc. bezeichnet werden sollen, so lassen sich diese auf sehr einfache Weise bilden. Es war:

$$\nu = \frac{1}{v_0{}^n} + \frac{nb_n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

mithin wird:

$$\nu' = \frac{nb_n}{g} \cdot (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} = \frac{nb_n}{g} \left(1 + \binom{\frac{n-1}{2}}{1} y'^2 + \binom{\frac{n-1}{2}}{2} y'^4 + \cdots \right)$$

$$\nu'' = \frac{nb_n}{g} \cdot \left(2! \binom{\frac{n-1}{2}}{1} y' + 4 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y'^3 + \cdots \right)$$

$$\nu''' = \frac{nb_n}{g} \cdot \left(2! \binom{\frac{n-1}{2}}{1} + 3 \cdot 4 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y'^2 + \cdots \right)$$

$$\nu^{(4)} = \frac{nb_n}{g} \cdot \left(4! \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y' + \cdots \right)$$

u. s. w.

Demnach hat man für $y' = 0$, wenn q eine ungerade Zahl bedeutet, welche größer als 1 ist:

$$\nu_0 = \frac{1}{v_0{}^n}$$

$$\nu_0' = \frac{n \cdot b_n}{g}$$

$$\nu_0'' = \nu_0^{(4)} = \nu^{(2q)} = 0$$

$$\nu_0^{(q)} = (q-1)! \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{\frac{q-1}{2}} \cdot \frac{nb_n}{g}.$$

§ 2.

Grundlage für die Ausführung aller Reihenentwickelungen.

Differentiirt man einen Ausdruck von der Form $u = \nu^p$, wo ν die Funktion einer einzigen Variablen w ist, fortgesetzt nach dieser letzteren, so erhält man die in beifolgender Tabelle verzeichneten Werthe für deren Ableitungen. Die Gesetzmäßigkeit in der Bildung, welche die Tabelle aufweist, ermöglicht es, ohne jede Rechnung die einzelnen Kolumnen weiter fortzuführen. Da nun, wie sogleich gezeigt werden wird, die Tabelle für alle in dieser Arbeit vorkommenden Reihenentwickelungen vollkommen ausreicht, so folgt, daß die Berechnung aller Elemente, welche durch jene Reihen dargestellt werden, mit beliebiger Genauigkeit erfolgen kann, falls die Reihen überhaupt convergiren.

Als Ausgangsgleichung für die Reihenentwickelungen wird nämlich stets die Gleichung 7 des § 1 benutzt; diese kann auf die Form:

$$\left(\frac{1}{g} \cdot y''\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{{v_0}^n} + \frac{n b_n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

gebracht werden; setzt man der Kürze halber für die rechte Seite dieser Gleichung das Symbol ν, so hat man:

$$\left(\frac{1}{g} y''\right)^{\frac{n}{2}} = \nu,$$

woraus folgt:

$$a)\ \frac{1}{g} y'' = \nu^{\frac{2}{n}}$$

$$b)\ g \cdot \frac{dx}{dy'} = g \cdot x' = \nu^{-\frac{2}{n}}.$$

Versteht man nun unter ν', ν'' ꝛc. die Ableitungen von ν nach x und setzt $p = \frac{2}{n}$, so liefert die Tabelle zehn auf einander folgende Ableitungen von $\frac{1}{g} y'$ nach x; versteht man dagegen unter ν' ν'' ꝛc. die Ableitungen von ν nach y' und setzt $p = -\frac{2}{n}$,

ſo liefert dieſelbe die zehn erſten Differentialquotienten von $g \cdot x$ nach y'.

Was zunächſt die Ableitungen von ν nach y' anbetrifft, für welche die Symbole ν', ν'' ꝛc. beibehalten werden, während die nach x mit ν_1, ν_2 ꝛc. bezeichnet werden ſollen, ſo laſſen ſich dieſe auf ſehr einfache Weiſe bilden. Es war:

$$\nu = \frac{1}{v_0^n} + \frac{nb_n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

mithin wird:

$$\nu' = \frac{nb_n}{g} \cdot (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} = \frac{nb_n}{g} \left(1 + \binom{\frac{n-1}{2}}{1} y'^2 + \binom{\frac{n-1}{2}}{2} y'^4 + \cdots \right)$$

$$\nu'' = \frac{nb_n}{g} \cdot \left(2! \binom{\frac{n-1}{2}}{1} y' + 4 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y'^3 + \cdots \right)$$

$$\nu''' = \frac{nb_n}{g} \cdot \left(2! \binom{\frac{n-1}{2}}{1} + 3 \cdot 4 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y'^2 + \cdots \right)$$

$$\nu^{(4)} = \frac{nb_n}{g} \cdot \left(4! \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y' + \cdots \right)$$

u. ſ. w.

Demnach hat man für $y' = 0$, wenn q eine ungerade Zahl bedeutet, welche größer als 1 iſt:

$$\nu_0 = \frac{1}{v_0^n}$$

$$\nu_0' = \frac{n \cdot b_n}{g}$$

$$\nu_0'' = \nu_0^{(4)} = \nu^{(2q)} = 0$$

$$\nu_0^{(q)} = (q-1)! \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{\frac{q-1}{2}} \cdot \frac{nb_n}{g}.$$

Setzt man die Werthe von ν_0 und deſſen Ableitungen in die Tabelle ein, ſo erhält man $g \cdot x_0'$ und deſſen Differentialquotienten, worauf die Elemente x und y als Reihen nach aufſteigenden Potenzen von y' nach Mac Laurin entwickelt werden können. Dieſe Entwickelung allgemein auszuführen unterbleibt wegen deren Umſtändlichkeit.

Die Differentialquotienten von ν nach x können, wie folgt, gebildet werden; offenbar iſt:

$$\nu_1 = \nu' \cdot y''$$
$$\nu_2 = \nu'' \cdot y''^2 + \nu' \cdot y'''$$
u. ſ. w.

Führt man die Differentiation weiter fort, ſo erhält man Ausdrücke, welche den in der Tabelle verzeichneten ganz analog ſind, nur muß anſtatt der Factoren: $\binom{p}{m} \cdot m!$ überall die Einheit, anſtatt der Factoren $\nu^{p-1}, \nu^{p-2}, \nu^{p-3}$ ꝛc. überall ν', ν'', ν''' ꝛc., alſo allgemein anſtatt ν^{p-m} überall $\nu^{(m)}$ und ſchließlich anſtatt der Factoren ν', ν'', ν''' ꝛc. überall $y'', y''', y^{(4)}$ ꝛc., alſo allgemein anſtatt $\nu^{(m)}$ überall $y^{(m+1)}$ geſetzt werden.

Auf dieſe Weiſe kann man alle Differentialquotienten von $\frac{1}{g} y''$ nach x ſucceſſive ableiten. So umſtändlich nun dieſer Weg auch iſt, ſo bietet er doch den großen Vortheil, daß man auf ihm zu beliebig hohen Ableitungen von y nach x ohne jede Schwierigkeit aufſteigen kann.

Zu beachten iſt noch, daß für den Fall $n = 2$

$$\frac{1}{g} y'' = \nu$$

alſo

$$\frac{1}{g} y''' = \nu_1$$

wird, daß hier demnach die Ableitungen von ν nach x zugleich die Ableitungen von $\frac{1}{g} y''$ nach x ſind.

Verfaſſer bemerkt hierbei, daß es, ſobald man dem n einen beſtimmten Werth ertheilt, einen viel bequemeren Weg giebt, eine

beſchränkte Anzahl von Ableitungen von $\frac{1}{g} y''$ nach x zu bilden, weshalb dieſer Weg weiter unten auch eingeſchlagen wird.

Wie ſich zeigen wird, hört in gewiſſen Fällen die Convergenz der Reihenentwickelung nach x und y' auf; unter dieſen Umſtänden muß man, um convergente Reihen zu erhalten, eine Verlegung des Urſprunges der Coordinaten vornehmen.

Setzt man in der Gleichung 7 des § 1 für y' ein $y' - \operatorname{tang} \tau_1 = z$, ſo läßt ſich dieſelbe transformiren:

$$\left(\frac{1}{g} \cdot z'\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{\nu_1{}^n \cdot \cos \tau_1{}^n} + \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n b_n}{g} \cdot$$

$$\cdot \int_0^z \cdot \left[1 + (z \cdot \sin 2\tau_1 + z^2 \cdot \cos \tau_1{}^2)\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dz.$$

Gebraucht man für die rechte Seite dieſer Gleichung wiederum obige Abkürzung, ſo liefert die Tabelle die zehn erſten Differentialquotienten von $g \cdot x$ nach z oder von $\frac{1'}{g} z'$ nach x, je nachdem man $p = -\frac{2}{n}$ oder $p = \frac{2}{n}$ ſetzt und unter ν', ν'' ꝛc. die Ableitungen von ν nach z oder nach x verſteht.

Die Werthe von ν und deſſen Differentialquotienten ſind natürlich hier andere und werden in einem weiter unten folgenden Paragraphen hergeleitet; die Werthe von ν_1 und deſſen Ableitungen ändern dagegen, inſofern ſie durch die Größen ν, ν', ν'' ꝛc. und y'', y''' $y^{(4)}$ ꝛc. ausgedrückt werden, ihre Form nicht, weshalb auch in dieſem Falle die Tabelle zur Aufſtellung der Reihenentwickelung dienen kann.

Auch für die Darſtellung von t als Function von y' und x kann die Tabelle benutzt werden, da aus Gleichung 4 des § 1 folgt:

$$\frac{dt}{dx} = \nu^{\frac{1}{n}}$$

$$g \cdot \frac{dt}{dy'} = \nu^{-\frac{1}{n}}.$$

In vorliegender Arbeit wird die Zeit wegen der raſchen Convergenz der betreffenden Reihen nur als Function der Abſciſſe dargeſtellt.

§ 3.

Die Convergenzgrenzen der Reihenentwickelungen nach y'.

Solange $n > 1$ und $y'^2 < 1$ bleibt, läßt ſich der Ausdruck $(1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}}$ durch die unbedingt (d. i. ohne Rückſicht auf den Wechſel der Vorzeichen) convergente Reihe:

$$(1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} = 1 + \binom{\frac{n-1}{2}}{1} . y'^2 + \binom{\frac{n-1}{2}}{2} y'^4 + \binom{\frac{n-1}{2}}{3} . y'^6 + \ldots$$

darſtellen. Mithin kann unter den gemachten Vorausſetzungen auch das Integral $J = \int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} . dy'$ durch eine unbedingt convergente Reihe:

$$J = y' + 1/3 \binom{\frac{n-1}{2}}{1} . y'^3 + 1/5 \binom{\frac{n-1}{2}}{2} . y'^5 + 1/7 \binom{\frac{n-1}{2}}{3} . y'^7 + \ldots$$

ausgedrückt werden; unter dieſen Umſtänden iſt ferner:

$$\frac{n.b_n . v_0^n}{g} . J = \frac{1}{f_n} . J = \sigma = \frac{1}{f_n} . y' + 1/3 \binom{\frac{n-1}{2}}{1} . \frac{1}{f_n} . y'^3 + 1/5 \binom{\frac{n-1}{2}}{2} . \frac{1}{f_n} y'^5 + .$$

Hat man nun:

$$S_1 = u_1 + u_2 + u_3 + u_4 + u_5 + \ldots\ldots$$
$$S_2 = v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + \ldots\ldots,$$

wo S_1 und S_2 innerhalb derſelben Grenzen unbedingt convergiren, ſo iſt nach einem bekannten Lehrſatze:

$$S_1 . S_2 = u_1 . v_1 + (u_2 . v_1 + u_1 . v_2) + (u_3 . v_1 + u_2 . v_2 + u_1 . v_3) + (u_4 . v_1 + u_3 . v_2 + u_2 . v_3 + u_1 . v_4) + \ldots\ldots\ldots,$$

wo die Summe der Reihen rechts ſich ebenfalls innerhalb obiger Grenzen demſelben Grenzwerthe $S_1 . S_2$ nähert, alſo unbedingt convergirt.

Hieraus folgt, daß die Ausdrücke σ^2, σ^3, σ^4 ꝛc. ſich durch Reihen nach aufſteigenden Potenzen von y' darſtellen laſſen, welche innerhalb der Grenzen $y'^2 < 1$ unbedingt convergiren.

Ein Ausdruck von der Form: $(1 + \sigma)^{-m}$ läßt ſich darſtellen durch die Doppelſumme:

$$\left(1+\sigma\right)^{-m} = 1 + \binom{-m}{1}.\sigma + \binom{-m}{2}.\sigma^2 + \binom{-m}{3}.\sigma^3 + \ldots;$$

da, wie ſoeben gezeigt wurde, die Zeilenſummen dieſer Reihe unter den gemachten Vorausſetzungen jede für ſich unbedingt convergiren, ſo convergirt nach einem andern bekannten Lehrſatze auch die Doppelſumme, wenn die Zeilenſummen eine unbedingt convergente Reihe bilden. Dies geſchieht im vorliegenden Falle, wenn σ zwiſchen den Grenzen $+1$ und -1 liegt, dieſe Grenzen ſelbſt ausgeſchloſſen.

Nun laſſen ſich die im § 1 verzeichneten Integrale, welche die Elemente x, y, t darſtellen, auch ſchreiben:

$$x = \frac{v_0^2}{g} \cdot \int_0^{y'} \left[1 + \frac{n \cdot b_n \cdot v_0^n}{g} \int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'\right]^{-\frac{2}{n}} \cdot dy'$$

$$y = \frac{v_0^2}{g} \cdot \int_0^{y'} \cdot \left[1 + \frac{n \cdot b_n \cdot v_0^n}{g} \int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'\right]^{-\frac{2}{n}} \cdot y' \cdot dy'$$

$$t = \frac{v_0}{g} \cdot \int_0^{y'} \cdot \left[1 + \frac{n \cdot b_n \cdot v_0^n}{g} \int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'\right]^{-\frac{1}{n}} \cdot dy'$$

und führen die angeſtellten Betrachtungen daher zu dem Reſultate, daß die Reihenentwickelung nach y' convergent iſt, wenn die Bedingungen:

1. $y'^2 \leq 1$

2. $-\frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_0^n} < \int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' < +\frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_0^n}$

erfüllt werden. In dem ſpeciellen Falle, wo n eine ungerade Zahl iſt, bleibt allein die zweite Bedingung beſtehen, weil dann die Reihe σ eine endliche Anzahl Glieder beſitzt.

Was zunächst diese zweite, für alle Widerstandsgesetze gültige Bedingung betrifft, so sagt sie aus, daß y' absolut genommen kleiner bleiben muß, als der Tangens desjenigen Tangentialwinkels, für welchen die Geschwindigkeit unendlich wird. Man kann nämlich stets einen Punkt derart bestimmen, für welchen

$$\int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' = -\frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_0{}^n}$$

ist; diese Gleichung kann nur, muß aber stets durch einen einzigen reellen Werth von y' ($y' = -\eta'$) befriedigt werden, da obiges Integral eine stetig wachsende Funktion von y' ist. Der fragliche Punkt gehört dem aufsteigenden Aste an und liegt natürlich jenseits des Anfangspunktes der Bahn; deshalb muß auch, insofern es sich wenigstens um Erhöhungswinkel handelt, η' absolut genommen größer als $\operatorname{tg}\alpha$ sein, und lassen sich daher, Erhöhungen unter 45 Grad vorausgesetzt, die Elemente der Geschützmündung stets durch convergente Reihen nach aufsteigenden Potenzen von y' entwickeln.

Verfasser verzichtet aus Mangel an Raum darauf, auf diesen theoretisch sehr interessanten Punkt näher einzugehen, zumal derselbe, wie man später sehen wird, bei Anwendung der unten aufgestellten „Rechnenformeln" außer Acht bleiben kann.

Für die vorliegende Arbeit ist die zuerst aufgeführte Bedingung $y'^2 \leq 1$ von ungleich größerer Bedeutung, da aus ihr resultirt, daß bei Elevationen oder Fallwinkeln über 45 Grad die Berechnung der Bahnelemente mittelst Reihenentwickelung nach y' unmöglich ist, wenn n eine gerade oder gebrochene Zahl bedeutet.

Diese Grenze der Convergenz läßt sich indessen beliebig erweitern, wenn man nicht nach y', sondern nach z entwickelt.

Es war:

$$\left(\frac{1}{g}z'\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_1{}^n \cdot \cos\tau_1{}^n} + \frac{1}{\cos\tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{nb_n}{g} \cdot \int_0^z \left[1 + (z \cdot \sin 2\tau_1 + z^2 \cdot \cos\tau_1{}^2)\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dz$$

und muß, damit das Integral rechts sich in eine unbedingt convergente Reihe nach z entwickeln läßt, $z \cdot \sin 2\tau_1 + z^2 \cdot \cos\tau_1{}^2 \leqq 1$ sein. Dies liefert die Bedingung:

$$1 \cdot \alpha \cdot \operatorname{tag} \tau_1^2 \geq 1/2 (y'^2 - 1);$$

daß $\operatorname{tag} \tau_1$ daſſelbe Vorzeichen wie y' haben muß, braucht wohl nicht hervorgehoben zu werden. Für $y' = \operatorname{tg} 60°$ wird $\operatorname{tag} \tau_1 \geq \operatorname{tag} 45°$, woraus folgt, daß bei Elevationen oder Fallwinkeln über 60 Grad mindeſtens zwei Zwiſchenrechnungen für die Ermittelung der Elemente jedes Aſtes vorzunehmen ſind.

An Stelle der Bedingung sub 2 hat man hier, wie leicht erhellt, folgende:

$$2\alpha \cdot - \frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_1^n \cdot \cos \tau_1^n} < \frac{1}{\cos \tau_1^{n-1}}.$$

$$\cdot \int_0^z \left[1 + (z \cdot \sin 2\tau_1 + z^2 \cdot \cos \tau_1^2)\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dz \cdot < + \frac{g}{n b_n v_1^n \cdot \cos \tau_1^n},$$

welche weiter unten näher unterſucht wird.

Was die Reihenentwickelung nach x angeht, ſo iſt es dem Verfaſſer nicht gelungen, deren Convergenz-Bedingungen nachzuweiſen; nach vielen von ihm durchgerechneten Beiſpielen zu ſchließen, ſcheint es, als ob die Grenzen der Convergenz die nämlichen wären.

Daß die sub 2 aufgeführte Bedingung auch für die Reihenentwickelung nach x gültig iſt, erſcheint unzweifelhaft, weil eine Bewegung jenſeits des Punktes, für welchen $y' = -\eta'$ wird, ſinnlos iſt.

§ 4.

Reihenentwickelung nach x und y' für das quadratiſche Luftwiderſtandsgeſetz.

Für $n = 2$ geht Formel 8 des § 1 über in:

$$\text{I.} \quad \frac{1}{v_0^2} = \frac{1}{c^2 \cdot \cos \alpha^2} + \frac{b_2}{g} \left[\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha} + \ln \operatorname{ctg} \left(45° - \frac{\alpha}{2}\right)\right].$$

Die Formel 7 zwiſchen den Grenzen o und y' genommen liefert:

$$\text{II.}\quad \frac{1}{g}y'' = \frac{1}{v_0^2} + \frac{b_2}{g}\left[y'\sqrt{1+y'^2} + \ln\left(y' + \sqrt{1+y'^2}\right)\right],$$

eine Gleichung, deren weitere Integration in geſchloſſener Form unmöglich iſt; dagegen kann dieſelbe zur Ermittelung der Endgeſchwindigkeit dienen, wenn der Fallwinkel bekannt iſt; man hat:

$$\text{III.}\quad \frac{1}{v'^2} = \cos\tau'^2\left[\frac{1}{v_0^2} + \frac{b_2}{g}\left(\frac{\operatorname{tag}\tau'}{\cos\tau'} + \ln\operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\tau'}{2}\right)\right)\right].$$

Um die Ordinaten der Bahn als Functionen der Abſciſſen nach Mac Laurin entwickeln zu können, müſſen die Ableitungen von y nach x gebildet werden.

Zunächſt iſt bekannt:

$$y' = \operatorname{tag} \tau$$

$$y'' = \frac{g}{v^2 \cdot \cos\tau^3};$$

ſodann folgt aus Gleichung 6 des § 1

$$y''' = 2\,b_2\,(1+y'^2)^{\frac{1}{2}}\,y'';$$

durch fortgeſetzte Differentiation dieſes Ausdrucks wäre es möglich, alle höhern Ableitungen zu erhalten.

Allein folgender Weg führt leichter zum Ziele: die Formel II liefert die Relation $y'' = g \cdot f(y')$, welcher Ausdruck der Kürze halber gleich $g \cdot \nu$ geſetzt werde; dann wird $y''' = g\,\nu'\,y'' = g^2 \cdot \nu \cdot \nu'$ u. ſ. w.; man hat demzufolge:

$$y''' = g^2\,\nu \cdot \nu'$$

$$y^{(4)} = g^3\,(\nu^2 \cdot \nu'' + \nu \cdot \nu'^2)$$

$$y^{(5)} = g^4\,(\nu^3 \cdot \nu''' + 4\,\nu^2 \cdot \nu' \cdot \nu'' + \nu \cdot \nu'^3)$$

$$y^{(6)} = g^5\,(\nu^4 \cdot \nu^{(4)} + 7\,\nu^3 \cdot \nu' \cdot \nu''' + 4\,\nu^3 \cdot \nu''^2 + 11\,\nu^2 \cdot \nu'^2 \cdot \nu'' + \nu \cdot \nu'^4)$$

$$y^{(7)} = g^6\,(\nu^5 \cdot \nu^{(5)} + 11\,\nu^4 \cdot \nu' \cdot \nu^{(4)} + 15\,\nu^4 \cdot \nu'' \cdot \nu''' + 32\,\nu^3 \cdot \nu'^2 \cdot \nu''' + 34\,\nu^3 \cdot \nu' \cdot \nu''^2 + 26\,\nu^2 \cdot \nu'^3 \cdot \nu'' + \nu \cdot \nu'^5)$$

$$y^{(8)} = g^7\,(\nu^6 \cdot \nu^{(6)} + 16 \cdot \nu^5 \cdot \nu' \cdot \nu^{(5)} + 26\,\nu^5 \cdot \nu'' \cdot \nu^{(4)} + 15\,\nu^5 \cdot \nu'''^2 + 76\,\nu^4 \cdot \nu'^2 \cdot \nu^{(4)} + 192\,\nu^4 \cdot \nu' \cdot \nu'' \cdot \nu''' + 34\,\nu^4 \cdot \nu''^3 + 122\,\nu^3 \cdot \nu'^2 \cdot \nu''' + 180\,\nu^3 \cdot \nu'^2 \cdot \nu''^2 + 57\,\nu^2 \cdot \nu'^4 \cdot \nu'' + \nu \cdot \nu'^6)$$

$$y^{(9)} = g^8 (\nu^7 . \nu^{(7)} + 22\,\nu^6 . \nu' . \nu^{(6)} + 42\,\nu^6 . \nu'' . \nu^{(5)} + 56\,\nu^6 . \nu''' . \nu^{(4)} + 267\,\nu^5 . \nu' . \nu'''^2 + 156\,\nu^5 . \nu'^2 . \nu^{(5)} + 474\,\nu^5 . \nu' . \nu'' . \nu^{(4)} + 294\,\nu^5 . \nu''^2 . \nu''' + 426\,\nu^4 . \nu'^3 . \nu^{(4)} + 1494\,\nu^4 . \nu'^2 . \nu'' . \nu''' + 496\,\nu^4 . \nu' . \nu''^3 + 423\,\nu^3 . \nu'^4 . \nu''' + 768\,\nu^3 . \nu'^3 . \nu''^2 + 120\,\nu^2 . \nu'^5 . \nu'' + \nu . \nu'^7)$$

$$y^{(10)} = g^9 (29\,\nu^7 . \nu' . \nu^{(7)} + 98\,\nu^7 . \nu''' . \nu^{(5)} + 2829\,\nu^5 . \nu'^2 . \nu'''^2 + 1206\,\nu^5 . \nu'^3 . \nu^{(5)} + 1389\,\nu^3 . \nu'^5 . \nu''' + \nu . \nu'^8).$$

Hierzu werde bemerkt, daß beim 10. Differentialquotienten, da dieser in vorliegender Arbeit als letzter Berücksichtigung findet, alle Glieder, welche gerade Ableitungen von ν als Faktoren enthalten, weggelassen sind.

Für $y' = o$ wird

$$\nu_0 = \frac{1}{v_0^2}$$

$$\nu_0' = \frac{2 b_2}{g}$$

$$\nu_0'' = v_0^{(2n)} = 0$$

$$\nu_0''' = \frac{2 b_2}{g}$$

$$\nu_0^{(5)} = -3 . \frac{2 b_2}{g}$$

$$\nu_0^{(7)} = +45 . \frac{2 b_2}{g}$$

$$\nu_0^{(9)} = -1575 . \frac{2 b_2}{g}$$

Substituirt man diese Werthe in die Gleichungen für die Ableitungen von y nach x, so erhält man:

$$y_0'' = \frac{g}{v_0^2}$$

$$y_0''' = \frac{g}{v_0^2} (2 b_2)^1$$

$$y_0^{(4)} = \frac{g}{v_0^2} (2 b_2)^2$$

$$y_0^{(5)} = \frac{g}{v_0^2} (2 b_2)^3 + 1 . \left(\frac{g}{v_0^2}\right)^3 (2 b_2)^1$$

$$y_0^{(6)} = \frac{g}{v_0^2}\left(2b_2\right)^4 + 7\cdot\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^3\left(2b_2\right)^2$$

$$y_0^{(7)} = \frac{g}{v_0^2}\left(2b_2\right)^5 + 32\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^3\left(2b_2\right)^3 - 3\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^5\left(2b_2\right)^1$$

$$y_0^{(8)} = \frac{g}{v_0^2}\left(2b_2\right)^6 + 122\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^3\left(2b_2\right)^4 - 33\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^5\left(2b_2\right)^2$$

$$y_0^{(9)} = \frac{g}{v_0^2}\left(2b_2\right)^7 + 423\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^3\left(2b_2\right)^5 - 201\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^5\left(2b_2\right)^3 + 45\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^7\left(2b_2\right)^1$$

$$y_0^{(10)} = \frac{g}{v_0^2}\left(2b_2\right)^8 + 1389\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^3\left(2b_2\right)^6 - 789\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^5\left(2b_2\right)^4 + 1011\left(\frac{g}{v_0^2}\right)^7\left(2b_2\right)^2$$

Demnach hat man nach Mac Laurin:

$$\text{IV. } y = \frac{1}{2b_2}\left[k\cdot\left(e^x - x - 1\right) + k^3\cdot\left(\frac{1}{120}x^5 + \frac{7}{720}x^6 + \frac{2}{315}x^7 + \frac{61}{20160}x^8 + \frac{47}{40320}x^9 + \frac{463}{1209600}x^{10}\right) - k^5\cdot\left(\frac{1}{1680}x^7 + \frac{11}{13440}x^8 + \frac{67}{120960}x^9 + \frac{263}{1209600}x^{10}\right) + k^7\left(\frac{1}{8064}x^9 + \frac{337}{1209600}x^{10}\right)\right]$$

$$\text{V. } y' = k\left(e^x - 1\right) + k^3\left(\frac{1}{24}x^4 + \frac{7}{120}x^5 + \frac{2}{45}x^6 + \frac{61}{2520}x^7 + \frac{47}{4480}x^8 + \frac{463}{120960}x^9\right) - k^5\left(\frac{1}{240}x^6 + \frac{11}{1680}x^7 + \frac{67}{13440}x^8 + \frac{263}{120960}x^9\right) + k^7\left(\frac{1}{896}x^8 + \frac{337}{120960}x^9\right),$$

wo $k = \frac{g}{2v_0^2 b_2}$ und $x = 2b_2 x$ ist.

Um einen Ausdruck für die Flugzeit zu erhalten, bildet man die höheren Differentialquotienten von t nach x; Formel 4 des § 1 liefert $\frac{dt}{dx} = t' = \left(\frac{1}{g}y''\right)^{1/2} = \nu^{1/2}$; man hat demnach

$$t'' = \frac{g}{2}\,\nu^{1/2}.\,\nu'$$

$$t''' = \frac{g^2}{2}\left(\frac{1}{2}\,\nu^{1/2}.\,\nu'^2 + \nu^{3/2}.\,\nu''\right)$$

$$t^{(4)} = \frac{g^3}{2}\left(\frac{1}{4}\,\nu^{1/2}.\,\nu'^3 + \frac{5}{2}\,\nu^{3/2}.\,\nu'.\,\nu'' + \nu^{5/2}.\,\nu'''\right)$$

$$t^{(5)} = \frac{g^4}{2}\left(\frac{1}{8}\,\nu^{1/2}\,\nu'^4 + \frac{9}{2}\,\nu^{3/2}\,\nu'^2.\,\nu'' + 5/2\,\nu^{5/2}\,\nu''^2 + 5\,\nu^{5/2}\,\nu'\,\nu''' + \nu^{7/2}\,\nu^{(4)}\right)$$

$$t^{(6)} = \frac{g^5}{2}\left(\frac{1}{16}\,\nu^{1/2}\,\nu'^5 + 17\,\nu^{5/2}\,\nu'^2\,\nu''' + \nu^{9/2}\,\nu^{(5)}\right)$$

Subſtituirt man hierin die Werthe von ν_0 und deſſen Ableitungen, ſo wird:

$$t_0' = \frac{1}{v_0}$$

$$t_0'' = \frac{1}{v_0}\,b_2$$

$$t_0''' = \frac{1}{v_0}\,b_2^2$$

$$t_0^{(4)} = \frac{1}{v_0}\,b_2^3 + 1 \cdot \frac{g^2}{v_0^5}\,b_2$$

$$t_0^{(5)} = \frac{1}{v_0}\,b_2^4 + 10 \cdot \frac{g^2}{v_0^5}\,b_2^2$$

$$t_0^{(6)} = \frac{1}{v_0}\,b_2^5 + 68 \cdot \frac{g^2}{v_0^5}\,b_2^3 - 3 \cdot \frac{g^4}{v_0^9}\,b_2;$$

mithin hat man nach Mac Laurin

$$\text{VI.}\quad t = \frac{1}{v_0 b_2}\left[\left(\sqrt{ex} - 1\right) + k^2\left(\frac{1}{96}\,x^4 + \frac{1}{96}\,x^5 + \frac{17}{2880}\,x^6\right) - k^4 \cdot \frac{1}{960}\,x^6\right].$$

Die Werthe von x_0' und deſſen Ableitungen lauten:

$$g\,x_0' = + \left(\frac{v_0^2}{g}\right)^1 \left(2\,b_2\right)^0$$

$$g\,x_0'' = -1!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2\left(2\,b_2\right)^1$$

$$g\,x_0''' = +2!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^3\left(2\,b_2\right)^2$$

$$g\,x_0^{(4)} = -3!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^4\left(2\,b_2\right)^3 - 1\cdot 1!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2\left(2\,b_2\right)^1$$

$$g\,x_0^{(5)} = +4!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^5\left(2\,b_2\right)^4 + 4\cdot 2!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^3\left(2\,b_2\right)^2$$

$$g\,x_0^{(6)} = -5!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^6\left(2\,b_2\right)^5 - 10\cdot 3!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^4\left(2\,b_2\right)^3 + 3\cdot 1!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2\left(2\,b_2\right)^1$$

$$g\,x_0^{(7)} = +6!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^7\left(2\,b_2\right)^6 + 20\cdot 4!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^5\left(2\,b_2\right)^4 - 8\cdot 2!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^3\left(2\,b_2\right)^2$$

$$g\,x_0^{(8)} = -7!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^8\left(2\,b_2\right)^7 - 35\cdot 5!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^6\left(2\,b_2\right)^5 - 7\cdot 3!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^4\left(2\,b_2\right)^3 - 45\cdot 1!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2\left(2\,b_2\right)^1$$

$$g\,x_0^{(9)} = +8!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^9\left(2\,b_2\right)^8 + 56\cdot 6!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^7\left(2\,b_2\right)^6 + 112\cdot 4!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^5\left(2\,b_2\right)^4 + 192\cdot 2!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^3\left(2\,b_2\right)^2$$

$$g\,x_0^{(10)} = -9!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^{10}\left(2\,b_2\right)^9 - 84\cdot 7!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^8\left(2\,b_2\right)^7 - 462\cdot 5!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^6\left(2\,b_2\right)^5 - 388\cdot 3!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^4\left(2\,b_2\right)^3 + 1575\cdot 1!\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2\left(2\,b_2\right)^1.$$

Demnach hat man nach Mac Laurin, wenn $\frac{2v_0^2b_2}{g}\cdot y' = \eta$ gesetzt wird:

$$\text{VII. } x = \frac{1}{2\,b_2}\left[\ln(1+\eta) - k^2\left(\frac{1}{24}\eta^4 - \frac{1}{15}\eta^5 + \frac{1}{12}\eta^6 - \frac{2}{21}\eta^7 + \frac{5}{48}\eta^8 - \frac{1}{9}\eta^9 + \frac{7}{60}\eta^{10}\right) + k^4\left(\frac{1}{240}\eta^6 - \frac{1}{315}\eta^7 - \frac{1}{960}\eta^8 + \frac{1}{135}\eta^9 - \frac{11}{720}\eta^{10}\right) - k^6\left(\frac{1}{896}\eta^8 - \frac{1}{945}\eta^9 + \frac{97}{151200}\eta^{10}\right) + k^8\,\frac{1}{2304}\eta^{10}\right].$$

Mittelst der Gleichung $y = \int \frac{dx}{dy'} \cdot \frac{dy}{dx} \cdot dy'$ erhält man ferner:

$$\text{VIII. } y = \frac{1}{2\,b_2}\left[k\left(\eta - \ln(1+\eta)\right) - k^3\left(\frac{1}{30}\eta^5 - \frac{1}{18}\eta^6 + \frac{1}{14}\eta^7 - \frac{1}{12}\eta^8 + \frac{5}{54}\eta^9 - \frac{1}{10}\eta^{10} + \frac{7}{66}\eta^{11}\right) + k^5\left(\frac{1}{280}\eta^7 - \frac{1}{360}\eta^8 - \frac{1}{1080}\eta^9 + \frac{1}{150}\eta^{10} - \frac{1}{72}\eta^{11}\right) - k^7\left(\frac{1}{1008}\eta^9 - \frac{1}{1050}\eta^{10} + \frac{97}{166320}\eta^{11}\right) + k^9 \cdot \frac{10}{25344}\eta^{11}\right].$$

Anmerkung.

Bedeutet $F(n, k^p)$ den Zahlenfactor eines Gliedes, welches einer Klammer mit dem vorgerückten Factor k^p angehört und dessen Exponent n ist, so ist:

$$F(n, k^2) = (-1)^{n-1} \cdot \frac{1}{6} \cdot \left(1 - \frac{3}{n}\right)$$

$$F(n, k^3) = (-1)^n \cdot \frac{1}{6}\left(1 - \frac{4}{n}\right)$$

$$F(n, k^4) = (-1)^{n-1} \cdot \frac{(n-5)\,(5n-39)}{360\,n}$$

$$F(n, k^5) = (-1)^n \cdot \frac{(n-6)\,(5n-44)}{360\,n}.$$

Für die übrigen Klammern ist eine Aufstellung von Formeln für die Zahlenfactoren der Glieder nicht erforderlich, da hier die

oben aufgeführte Anzahl der Glieder in jedem Falle genügt. Uebrigens wird durch diese Formeln außer den Zahlenfactoren noch das Vorzeichen jedes Gliedes bestimmt, welches dasselbe nach Auflösung der Klammer besitzt.

§ 5.

Reihenentwickelung nach x und y' für das cubische Luftwiderstandsgesetz.

Für $n = 3$ geht Formel 8 des § 1 über in

$$\text{I.}\quad \frac{1}{v_0^{\,2}} = \frac{1}{c^3 \cdot \cos\alpha^3} + \frac{3b_3}{g}\left(\operatorname{tag}\alpha + \tfrac{1}{3}\operatorname{tag}\alpha^3\right),$$

während Formel 7 des § 1 liefert

$$\text{II.}\quad \left(\frac{1}{g}y''\right)^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{v_0^{\,3}} + \frac{3b_3}{g}\left(y' + \tfrac{1}{3}y'^3\right).$$

Hieraus läßt sich ableiten:

$$x = \frac{1}{g}\int \frac{dy'}{\sqrt[3]{\frac{1}{v_0^{\,3}} + \frac{3b_3}{g}\left(y' + \frac{1}{3}y'^3\right)}^{\,2}}$$

$$y = \frac{1}{g}\int \frac{y'\,dy'}{\sqrt[3]{\frac{1}{v_0^{\,3}} + \frac{3b^3}{g}\left(y' + \frac{1}{3}y'^3\right)}^{\,2}}$$

$$t = \frac{1}{g}\int \frac{dy'}{\sqrt[3]{\frac{1}{v_0^{\,3}} + \frac{3b_3}{g}\left(y' + \frac{1}{3}y'^3\right)}}$$

Diese Integrale lassen sich, wie schon oben erwähnt, auf elliptische Functionen reduciren; in vorliegender Arbeit soll jedoch der Gleichmäßigkeit wegen die Entwickelung wie im § 2 erfolgen.

Man findet aus Formel II:

$$\text{III.}\quad \frac{1}{v'^3} = \cos\tau'^3 \left[\frac{1}{v_0^3} + \frac{3\,b_3}{g}\left(\operatorname{tag}\tau' + 1/3\operatorname{tag}\tau'^3\right)\right].$$

Die Formel II liefert die Relation $y'' = g\left[f(y')\right]^{2/3}$, ein Ausdruck, welcher der Kürze halber gleich $g \cdot \varrho^{2/3}$ gesetzt wird; dann hat man $y''' = 2/3\, g \cdot \varrho^{-1/3} \cdot \varrho' \cdot y'' = \frac{2}{3} g^2 \varrho^{1/3} \cdot \varrho'$ u. s. w.

Demzufolge erhält man:

$$y'' = g \cdot \varrho^{2/3}$$

$$y''' = \frac{2}{3} g^2 \cdot \varrho^{1/3} \cdot \varrho'$$

$$y^{(4)} = \frac{2}{3} g^3 \left(1/3\,\varrho'^2 + \varrho \cdot \varrho''\right)$$

$$y^{(5)} = \frac{2}{3} g^4 \left(\frac{5}{3}\,\varrho^{2/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho'' + \varrho^{5/3} \cdot \varrho'''\right)$$

$$y^{(6)} = \frac{2}{3} g^5 \left(\frac{10}{9}\,\varrho^{1/3} \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho'' + \frac{5}{3}\,\varrho^{4/3} \cdot \varrho''^2 + \frac{10}{3}\,\varrho^{4/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho'''\right)$$

$$y^{(7)} = \frac{2}{3} g^6 \left(\frac{10}{27}\,\varrho'^3 \cdot \varrho'' + \frac{40}{9}\,\varrho \cdot \varrho' \cdot \varrho''^2 + \frac{50}{9}\,\varrho \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho''' + \frac{20}{3}\,\varrho^2 \cdot \varrho'' \cdot \varrho'''\right)$$

$$y^{(8)} = \frac{2}{3} g^7 \left(\frac{50}{9}\,\varrho^{2/3} \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho''^2 + \frac{160}{27}\,\varrho^{2/3} \cdot \varrho'^3 \cdot \varrho''' + \frac{40}{9}\,\varrho^{5/3} \cdot \varrho''^3 + \frac{100}{3}\,\varrho^{5/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho'' \cdot \varrho''' + \frac{20}{3}\,\varrho^{8/3} \cdot \varrho'''^2\right)$$

$$y^{(9)} + \frac{2}{3} g^8 \left(\frac{100}{27}\,\varrho^{1/3} \cdot \varrho'^3 \cdot \varrho''^2 + \frac{500}{27}\,\varrho^{4/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho''^3 + \frac{760}{9}\,\varrho^{4/3} \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho'' \cdot \varrho''' + \frac{320}{81}\,\varrho^{1/3} \cdot \varrho'^4 \cdot \varrho''' + \frac{140}{3}\,\varrho^{7/3} \cdot \varrho''^2 \cdot \varrho''' + \frac{460}{9}\,\varrho^{7/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho'''^2\right)$$

$$y^{(10)} = \frac{2}{3} g^9 \left(\frac{100}{81} \varrho'^4 \cdot \varrho''^2 + \frac{2900}{81} \varrho \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho''^2 + \frac{11000}{81} \varrho \cdot \varrho'^3 \cdot \varrho'' \cdot \varrho''' + \frac{50}{27} \varrho^2 \cdot \varrho''^4 + \frac{1000}{3} \varrho^2 \cdot \varrho' \cdot \varrho''^2 \cdot \varrho''' + \frac{5500}{27} \varrho^2 \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho'''^2 + \frac{320}{243} \varrho'^5 \cdot \varrho''' + \frac{1300}{9} \varrho^2 \cdot \varrho'' \cdot \varrho'''^2\right)$$

$$y^{(11)} = \frac{2}{3} g^{10} \left(\frac{1300}{9} \varrho^{11/3} \cdot \varrho'''^2 + \frac{44000}{81} \varrho^{5/3} \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho'''^2\right).$$

Hierzu wird bemerkt, daß bei allen Differentialquotienten diejenigen Glieder, welche höhere Ableitungen von ϱ, als die dritte als Factoren enthalten, sowie bei dem 11. außerdem solche, welche als Factoren die zweite Ableitung von ϱ haben, weggelassen sind; der 11. Differentialquotient wurde deshalb hergeleitet, um die eigenthümliche Regelmäßigkeit in der Bildung aller Differentialquotienten deutlicher zu Tage treten zu lassen.

Für $y' = 0$ wird:

$$\varrho_0 = \frac{1}{v_0^2}$$

$$\varrho_0' = \frac{3 b_2}{g}$$

$$\varrho_0'' = 0$$

$$\varrho_0''' = 2 \cdot \frac{3 b_2}{g}.$$

Setzt man diese Werthe in die obigen Gleichungen ein, so wird:

$$y_0'' = \frac{g}{v_0^2} \left(3 b_2\right)^0$$

$$y_0''' = \frac{2}{3} \cdot \frac{g}{v_0} \left(3 b_2\right)^1$$

$$y_0^{(4)} = \frac{2}{9} \cdot g \left(3 b_2\right)^2$$

$$y_0^{(5)} = 0 + \frac{4}{3} \frac{g^2}{v_0^5} \left(3 b_2\right)^1$$

$$y_0^{(6)} = 0 + \frac{40}{9}\frac{g^2}{v_0^4}\left(3b_2\right)^2$$

$$y_0^{(7)} = 0 + \frac{200}{27}\frac{g^2}{v_0^3}\left(3b_2\right)^3$$

$$y_0^{(8)} = 0 + \frac{640}{81}\frac{g^2}{v_0^2}\left(3b_2\right)^4 + \frac{160}{9}\frac{g^5}{v_0^8}\left(3b_2\right)^2$$

$$y_0^{(9)} = 0 + \frac{1280}{243}\frac{g^2}{v_0}\left(3b_2\right)^5 + \frac{3680}{27}\frac{g^5}{v_0^7}\left(3b_2\right)^3$$

$$y_0^{(10)} = 0 + \frac{1280}{729}g^2\left(3b_2\right)^6 + \frac{44000}{81}\frac{g^5}{v_0^6}\left(3b_2\right)^4$$

$$y_0^{(11)} = 0 + 0 + \frac{352000}{243}\frac{g^5}{v_0^5}\left(3b_2\right)^5 + \frac{20800}{27}\frac{g^7}{v_0^{11}}\left(3b_2\right)^3.$$

Mithin hat man nach Mac Laurin:

$$\text{IV. } y = \frac{1}{3v_0b_2}\left[l\left(\frac{1}{2}\lambda^3 + \frac{1}{9}\lambda^3 + \frac{1}{108}\lambda^4\right) + l^3\left(\frac{1}{90}\lambda^5 + \frac{1}{162}\lambda^6 + \frac{5}{6\cdot 567}\lambda^7 + \frac{1}{9\cdot 567}\lambda^8 + \frac{2}{243\cdot 567}\lambda^9 + \frac{1}{3645\cdot 567}\lambda^{10}\right) + l^5\left(\frac{1}{2268}\lambda^8 + \frac{23}{27\cdot 2268}\lambda^9 + \frac{55}{162\cdot 2268}\lambda^{10} + \cdots\right)\right]\cdots$$

$$\text{V. } y' = l\left((1 + {}^1/_3\lambda)^3 - 1\right) + l^3\left(\frac{1}{18}\lambda^4 + \frac{1}{27}\lambda^5 + \frac{5}{486}\lambda^6 + \frac{8}{9\cdot 567}\lambda^7 + \frac{2}{27\cdot 567}\lambda^8 + \frac{2}{729\cdot 567}\lambda^9\right) + l^5\left(\frac{2}{567}\lambda^7 + \frac{23}{12\cdot 567}\lambda^8 + \frac{275}{324\cdot 567}\lambda^9\right).$$

Hierin ist $l = \frac{g}{3v_0^3b_2}$ und $\lambda = 3v_0b_2\cdot x$ zu setzen.

Um einen Ausdruck für die Flugzeit zu gewinnen, geht man aus von der Relation $\frac{dt}{dx} = \left(\frac{1}{g}y''\right)^{1/2} = \varrho^{1/3}$, woraus man durch Differentiation erhält:

$$t'' = \frac{1}{3}g\cdot\varrho'$$

$$t''' = \frac{1}{3}\, g^2\, \varrho^{2/3} \cdot \varrho''$$

$$t^{(4)} = \frac{1}{3}\, g^3 \left({}^2/_3\, \varrho^{1/3} \cdot \varrho' \cdot \varrho'' + \varrho^{4/3} \cdot \varrho''' \right)$$

$$t^{(5)} = \frac{1}{3}\, g^4 \left({}^2/_9\, \varrho'^2 \cdot \varrho'' + {}^2/_3\, \varrho \cdot \varrho''^2 + 2 \cdot \varrho \cdot \varrho' \cdot \varrho''' \right)$$

$$t^{(6)} = \frac{1}{3}\, g^5 \left(\frac{20}{9}\, \varrho^{2/3} \cdot \varrho'^2 \cdot \varrho''' \right).$$

Folglich wird:

$$t_0' = \frac{1}{v_0}$$

$$t_0'' = b_2$$

$$t_0''' = 0$$

$$t_0^{(4)} = 2 \cdot \frac{g^2}{v_0^4}\, b_2$$

$$t_0^{(5)} = 12 \cdot \frac{g^2}{v_0^3}\, b_2^2$$

$$t_0^{(6)} = 40\, \frac{g^2}{v_0^2}\, b_2^3.$$

Demnach hat man nach Mac Laurin:

$$\text{VI.}\quad t = \frac{1}{3 v_0^2 b_2} \left[\left(\lambda + {}^1/_6\, \lambda^3 \right) + l^2 \left(\frac{1}{108}\, \lambda^4 + \frac{1}{270}\, \lambda^5 + \frac{1}{1458}\, \lambda^6 \right) \right].$$

Die Ableitungen von $g \cdot x_0'$ lauten:

$$g\, x_0' = v_0^2$$

$$g\, x_0'' = -\frac{2}{3} \cdot v_0^5 \cdot \left(\frac{3 b_2}{g} \right)^1$$

$$g\, x_0''' = +\frac{2 \cdot 5}{3^2} \cdot v_0^8 \left(\frac{3 b_2}{g} \right)^2$$

$$g\, x_0^{(4)} = -\frac{2 \cdot 5 \cdot 8}{3^3}\, v_0^{11} \left(\frac{3 b_2}{g} \right)^3 - 1 \cdot 2 \cdot \frac{2}{3}\, v_0^5 \left(\frac{3 b_2}{g} \right)^1$$

$$g\, x_0^{(5)} = +\frac{2 \cdot \cdot 11}{3^4}\, v_0^{14} \left(\frac{3 b_2}{g} \right)^4 + 4 \cdot 2 \cdot \frac{2 \cdot 5}{3^2}\, v_0^8 \left(\frac{3 b_2}{g} \right)^2$$

$$g\,x_0^{(6)} = -\frac{2\cdot\cdot 14}{3^5}\,v_0^{17}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^5 - 10\cdot 2\cdot\frac{2\cdot\cdot 8}{3^3}\,v_0^{11}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^3$$

$$g\,x_0^{(7)} = +\frac{2\cdot\cdot 17}{3^6}\,v_0^{20}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^6 + 20\cdot 2\cdot\frac{2\cdot\cdot 11}{3^4}\,v_0^{14}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^4 + 1\cdot 40\cdot\frac{2\cdot 5}{3^2}\,v_0^{8}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^2$$

$$g\,x_0^{(8)} = -\frac{2\cdot\cdot 20}{3^7}\,v_0^{23}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^7 - 35\cdot 2\cdot\frac{2\cdot\cdot 14}{3^5}\,v_0^{17}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^5 - 7\cdot 40\cdot\frac{2\cdot 5\cdot 8}{3^3}\,v_0^{11}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^3$$

$$g\,x_0^{(9)} = +\frac{2\cdot\cdot 23}{3^8}\,v_0^{26}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^8 + 56\cdot 2\cdot\frac{2\cdot\cdot 17}{3^6}\,v_0^{20}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^6 + 28\cdot 40\cdot\frac{2\cdot\cdot 11}{3^4}\,v_0^{14}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^4$$

$$g\,x_0^{(10)} = -\frac{2\cdot\cdot 26}{3^9}\,v_0^{29}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^9 - 84\cdot 2\cdot\frac{2\cdot\cdot 20}{3^7}\,v_0^{23}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^7 - 84\cdot 40\cdot\frac{2\cdot\cdot 14}{3^5}\,v_0^{17}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^5 + 1\cdot 8\cdot 280\cdot\frac{2\cdot 5\cdot 8}{3^3}\,v_0^{11}\left(\frac{3b_2}{g}\right)^3.$$

Mithin wird nach Mac Laurin, wenn man $\frac{3\,v_0^2\,b_2}{g}\cdot y' = \xi$ ſetzt:

$$\text{VII. } x = \frac{1}{3\,v_0\,b_2}\left[3\left((1+\xi)^{1/3}-1\right) - l^2\left(\frac{1}{18}\xi^4 - \frac{2}{27}\xi^5 + \frac{20}{243}\xi^6 - \frac{440}{5103}\xi^7 + \frac{385}{4374}\xi^8 - \frac{5236}{59049}\xi^9 + \frac{5236}{59049}\xi^{10}\right) + l^4\left(\frac{5}{567}\xi^7 - \frac{5}{243}\xi^8 + \frac{220}{6561}\xi^9 - \frac{308}{6561}\xi^{10}\right) + l^6\cdot\frac{4}{2187}\xi^{10}\right].$$

$$\text{VIII. } y = \frac{1}{3\,v_0\,b_2}\left[3l\left(\frac{1}{4}(1+\xi)^{4/3} - (1+\xi)^{1/3} + 3/4\right) - l^3\left(\frac{2}{45}\xi^5 - \frac{5}{81}\xi^6 + \frac{120}{1701}\xi^7 - \frac{55}{729}\xi^8 + \frac{1540}{19683}\xi^9 - \frac{2618}{32805}\xi^{10} + \frac{4760}{59049}\xi^{11}\right) + l^5\left(\frac{5}{648}\xi^8 - \frac{40}{2187}\xi^9 + \frac{22}{729}\xi^{10} - \frac{280}{6561}\xi^{11}\right) - l^7\frac{40}{24057}\xi^{11}\right].$$

Anmerkung:

Hier ist

$$F\ (n, l^2) = -\frac{n-3}{3n} \cdot \left(\frac{3\ (n-3)\ -1}{3}_{n-3}\right)$$

$$F.(n, l^3) = +.\frac{n-4}{3n} \cdot \left(\frac{3\ (n-4)\ -1}{3}_{n-4}\right)$$

$$F\ (n, l^4) = -\frac{(n-6).(n-5)}{18n} \cdot \left(\frac{3\ (n-5)\ -1}{3}_{n-5}\right)$$

$$F\ (n, l^5) = +\frac{(n-7).(n-6)}{18n} \cdot \left(\frac{3\ (n-6)\ -1}{3}_{n-6}\right)$$

§ 6.

Reihenentwickelung nach x und y' für das biquadratische Widerstandsgesetz.

Für $n = 4$ geht Formel 8 des § 1 über in:

$$\text{I.}\quad \frac{1}{v_0^4} = \frac{1}{c^4 . \cos\alpha^4} + \frac{b_4}{2g}\left[\frac{\operatorname{tag}\alpha}{\cos\alpha}\left(5 + 2\operatorname{tag}\alpha^2\right) + 3\left(45^0 - \frac{\alpha}{2}\right)\right].$$

Die Formel 7 des § 1 liefert:

$$\text{II.}\quad \left(\frac{1}{g}y''\right)^2 = \frac{1}{v_0^4} + \frac{b_4}{2g}\left[\left(5 + 2y'^2\right) y' \sqrt{1+y'^2} + \left(y' + \sqrt{1+y'^2}\right)\right]$$

woraus man folgert:

$$\text{III.}\quad \frac{1}{v'^4} = \cos\tau'^4\left[\frac{1}{v_0^4} + \frac{b_4}{2g}\left(\frac{\operatorname{tag}\tau'}{\cos\tau'}\left(5 + 2\operatorname{tg}\tau'^2\right) + 3\,l\left(45^0 - \frac{\tau'}{2}\right)\right)\right].$$

Die Formel II liefert die Relation $y'' = g\left[f(y')\right]^{1/2}$, ein Ausdruck, welcher der Kürze halber gleich $g \cdot \varepsilon^{1/2}$ gesetzt wird; dann hat man $y''' = \frac{1}{2} g \cdot \varepsilon^{-1/2} \cdot \varepsilon' \; y'' = 1/2\, g^2 \cdot \varepsilon'$ ꝛc.; auf diese Weise leitet man ab:

$$y'' = g \cdot \varepsilon^{1/2}$$

$$y''' = \frac{1}{2} g^2 \, \varepsilon'$$

$$y^{(4)} = \frac{1}{2} g^3 \, \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon''$$

$$y^{(5)} = \frac{1}{2} g^4 \left(\frac{1}{2} \varepsilon' \cdot \varepsilon'' + \varepsilon \cdot \varepsilon'''\right)$$

$$y^{(6)} = \frac{1}{2} g^5 \left(\frac{1}{2} \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon''^2 + 3/2 \cdot \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon''' + \varepsilon^{3/2} \cdot \varepsilon^{(4)}\right)$$

$$y^{(7)} = \frac{1}{2} g^6 \left(\frac{1}{4} \varepsilon' \varepsilon''^2 + 5/2 \varepsilon \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon''' + 3/4 \varepsilon'^2 \varepsilon''' + 3 \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon^{(4)} + \varepsilon^2 \cdot \varepsilon^{(5)}\right)$$

$$y^{(8)} = \frac{1}{2} g^7 \left(\frac{1}{4} \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon''^2 + 9/2 \, \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon''' + \frac{15}{4} \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon'^2 \cdot \varepsilon^{(4)} + \frac{5}{2} \varepsilon^{3/2} \cdot \varepsilon'''^2 + \frac{11}{2} \varepsilon^{3/2} \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon^{(4)} + 5 \varepsilon^{3/2} \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon^{(5)} + \varepsilon^{5/2} \cdot \varepsilon^{(6)}\right)$$

$$y^{(9)} = \frac{1}{2} g^8 \left(\frac{1}{8} \varepsilon' \cdot \varepsilon''^2 + 9/4 \, \varepsilon'^2 \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon''' + \frac{15}{8} \varepsilon'^3 \cdot \varepsilon^{(4)} + \frac{21}{4} \varepsilon \cdot \varepsilon''^2 \cdot \varepsilon''' + \frac{33}{4} \varepsilon \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon'''^2 + \frac{81}{4} \varepsilon \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon^{(4)} + \frac{45}{4} \varepsilon \cdot \varepsilon'^2 \cdot \varepsilon^{(5)} + \frac{21}{2} \varepsilon^2 \cdot \varepsilon''' \cdot \varepsilon^{(4)} + \frac{21}{2} \varepsilon^2 \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon^{(5)} + \frac{15}{2} \varepsilon^2 \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon^{(6)} + \varepsilon^2 \cdot \varepsilon^{(7)}\right)$$

$$y^{(10)} = \frac{1}{2} g^9 \left(\frac{21}{2} \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon'^2 \cdot \varepsilon'''^2 + \frac{105}{8} \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon'^3 \, \varepsilon^{(5)} + 21 \, \varepsilon^{5/2} \varepsilon''' \, \varepsilon^{(5)} + \frac{21}{2} \varepsilon^{5/2} \varepsilon' \, \varepsilon^{(7)}\right).$$

Für $y' = o$ wird

$$\varepsilon_o = \frac{1}{v_0^4}$$

Anmerkung:

Hier ist

$$F\,(n,l^3) = -\frac{n-3}{3n}\cdot\left(\frac{3\,(n-3)-1}{3}_{n-3}\right)$$

$$F.(n,l^4) = +.\frac{n-4}{3n}\cdot\left(\frac{3\,(n-4)-1}{3}_{n-4}\right)$$

$$F\,(n,l^4) = -\frac{(n-6).(n-5)}{18n}\cdot\left(\frac{3\,(n-5)-1}{3}_{n-5}\right)$$

$$F\,(n,l^5) = +\frac{(n-7).(n-6)}{18n}\cdot\left(\frac{3\,(n-6)-1}{3}_{n-6}\right)$$

§ 6.

Reihenentwickelung nach x und y' für das biquadratische Widerstandsgesetz.

Für $n=4$ geht Formel 8 des § 1 über in:

$$\text{I.}\quad \frac{1}{v_0^4} = \frac{1}{c^4\,.\cos\alpha^4} + \frac{b_4}{2g}\left[\frac{\operatorname{tag}\alpha}{\cos\alpha}\left(5+2\operatorname{tag}\alpha^2\right) + 3\left(45^0-\frac{\alpha}{2}\right)\right].$$

Die Formel 7 des § 1 liefert:

$$\text{II.}\quad \left(\frac{1}{g}y''\right)^2 = \frac{1}{v_0^4} + \frac{b_4}{2g}\left[\left(5+2y'^2\right)y'\sqrt{1+y'^2} + \left(y'+\sqrt{1+y'^2}\right)\right]$$

woraus man folgert:

$$\text{III.}\quad \frac{1}{v'^4} = \cos\tau'^4\left[\frac{1}{v_0^4} + \frac{b_4}{2g}\left(\frac{\operatorname{tag}\tau'}{\cos\tau'}\left(5+2\operatorname{tg}\tau'^2\right) + 3\left(45^0-\frac{\tau'}{2}\right)\right)\right].$$

$$+\frac{13}{53760}\mu^9+\frac{3}{102400}\mu^{10}\Big)+m^6\Big(-\frac{1}{16128}\mu^9$$

$$+\frac{1}{76800}\mu^{10}\Big)\Big].$$

V. $$y'=m\Big((1+1/2\,\mu)^2-1\Big)+m^3\Big(\frac{1}{16}\mu^4+\frac{3}{160}\mu^5+\frac{1}{640}\mu^6\Big)$$

$$+m^5\Big(\frac{1}{160}\mu^6+\frac{3}{448}\mu^7+\frac{39}{17920}\mu^8+\frac{3}{10240}\mu^9\Big)$$

$$+m^7\Big(-\frac{1}{1792}\mu^8+\frac{1}{7680}\mu^9\Big).$$

Hierin ist $m=\frac{g}{4v_0^4b_4}$ und $\mu=4v_0^2b_4x$ gesetzt.

Um einen Ausdruck für die Flugzeit zu erhalten, benutzt man wiederum die Relation $\frac{dt}{dx}=t'=\Big(\frac{1}{g}y''\Big)^{1/2}=\varepsilon^{1/4}$, woraus man ableitet:

$$t''=\frac{1}{4}g\,\varepsilon^{-1/4}\cdot\varepsilon'$$

$$t'''=\frac{1}{4}g^2\Big(-\frac{1}{4}\varepsilon^{-3/4}\cdot\varepsilon'^2+\varepsilon^{1/4}\cdot\varepsilon''\Big)$$

$$t^{(4)}=\frac{1}{4}g^3\Big(+\frac{3}{16}\varepsilon^{-5/4}\cdot\varepsilon'^3-1/4\,\varepsilon^{-1/4}\cdot\varepsilon'\cdot\varepsilon''+\varepsilon^{3/4}\cdot\varepsilon'''\Big)$$

$$t^{(5)}=\frac{1}{4}g^4\Big(-\frac{15}{64}\varepsilon^{-7/4}\cdot\varepsilon'^4+1/2\,\varepsilon^{1/4}\cdot\varepsilon'\cdot\varepsilon'''\Big).$$

Dies liefert die Werthe:

$$t_0'=\frac{1}{v_0}$$

$$t_0''=v_0\cdot b_4^1$$

$$t_0'''=-v_0^2b_4^2$$

$$t_0^{(4)}=+3v_0^3b_4^3+3\frac{g^2}{v_0^3}b_4^1$$

$$t_0^{(5)}=-15v_0^7b_4^4+6.\frac{g^2}{v_0}b_4^2.$$

Hieraus entwickelt man nach Mac Laurin:

$$\text{VI. } t = \frac{1}{4v_0^3 b_4}\left[\frac{4}{3}\left((1+{}^1/_2\mu)^{3/2} - 1\right) + m^2\left(\frac{1}{32}\mu^4 + \frac{1}{320}\mu^5\right)\right]$$

Die Werthe von gx'_0 und deſſen Ableitungen lauten:

$$g x_0' = v_0^2$$

$$g x_0'' = -\frac{1}{2} v_0^6 \left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0''' = +\frac{1.3.}{2^2} v_0^{10} \cdot \left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(4)} = -\frac{1.3.5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3 - 1.3.\frac{1}{2}.v_0^6\left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0^{(5)} = +\frac{1..7}{2^4} v_0^{18}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^4 + 4.3.\frac{1.3}{2^2} v_0^{10}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(6)} = -\frac{1..9}{2^5} v_0^{22}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^5 - 10.3.\frac{1..5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3 - 9.\frac{1}{2} v_0^6\left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0^{(7)} = +\frac{1..11}{2^6} v_0^{26}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^6 + 20.3.\frac{1..7}{2^4} v_0^{18}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^4 + 144.\frac{1.3}{2^2} v_0^{10}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(8)} = -\frac{1..13}{2^7} v_0^{30}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^7 - 35.3.\frac{1..9}{2^5} v_0^{22}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^5 - 819.\frac{1..5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3$$
$$+ 45.\frac{1}{2} v_0^6\left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0^{(9)} = +\frac{1..15}{2^8} v_0^{34}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^8 + 56.3.\frac{1..11}{2^6} v_0^{26}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^6 + 3024.\frac{1...7}{2^4} v_0^{18}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^4$$
$$+ 1152.\frac{1.3}{2^2} v_0^{10}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(10)} = -\frac{1...17}{2^9} v_0^{38}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^9 - 84.3.\frac{1..13}{2^7} v_0^{30}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^7 - 8694.\frac{1..9}{2^5} v_0^{22}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^5$$
$$- 19548.\frac{1.3.5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3 - 945.\frac{1}{2} v_0^6\left(\frac{4b_4}{g}\right)^1.$$

Hieraus entwickelt man nach Mac Laurin, wenn $\frac{4v_0^4 b_4}{g} y' = \zeta$ geſetzt wird:

$$\text{VII. } x = \frac{1}{4v_0{}^2 b_4}\left[2\left((1+\zeta)^{1/2}-1\right) - m^2\left(\frac{1}{16}\zeta^4 - \frac{3}{40}\zeta^5 + \frac{5}{64}\zeta^6 - \frac{5}{64}\zeta^7 + \frac{315}{4096}\zeta^8 - \frac{77}{1024}\zeta^9 + \frac{3003}{40960}\zeta^{10}\right) - m^4\left(\frac{1}{160}\zeta^6 - \frac{3}{140}\zeta^7 + \frac{39}{1024}\zeta^8 - \frac{7}{128}\zeta^9 + \frac{1449}{20480}\zeta^{10}\right) + m^6\left(\frac{1}{1792}\zeta^8 + \frac{1}{420}\zeta^9 - \frac{181}{17920}\zeta^{10}\right) - m^8 \cdot \frac{1}{7680}\zeta^{10}\right].$$

$$\text{VIII. } y = \frac{1}{4v_0{}^2 b_4}\left[2m\left(1/3\,(1+\zeta)^{3/2} - (1+\zeta)^{1/2} + 2/3\right) - m^3\left(\frac{1}{20}\zeta^5 - \frac{3}{48}\zeta^6 + \frac{15}{224}\zeta^7 - \frac{35}{512}\zeta^8 + \frac{35}{512}\zeta^9 - \frac{693}{10240}\zeta^{10} + \frac{273}{4096}\zeta^{11}\right) - m^5\left(\frac{3}{560}\zeta^7 - \frac{3}{160}\zeta^8 + \frac{13}{384}\zeta^9 - \frac{63}{1280}\zeta^{10} + \frac{14490}{225280}\zeta^{11}\right) + m^7\left(\frac{1}{2016}\zeta^9 + \frac{3}{1400}\zeta^{10} - \frac{181}{19712}\zeta^{11}\right) - m^9 \cdot \frac{1}{8448}\zeta^{11}\right].$$

Anmerkung:

Hier ist:

$$F(n, m^2) = -\cdot\frac{n-3}{2n}\cdot\left(\frac{2(n-3)-1}{2}_{n-3}\right)$$

$$F(n, m^3) = +\cdot\frac{n-4}{2n}\cdot\left(\frac{2(n-4)-1}{2}_{n-4}\right)$$

$$F(n, m^4) = -\cdot\frac{3(n-5)}{40n}\cdot\left[1+\frac{5}{3}(n-6)\right]\cdot\left(\frac{2(n-5)-1}{2}_{n-5}\right)$$

$$F(n, m^5) = +\cdot\frac{3(n-6)}{40n}\cdot\left[1+\frac{5}{3}(n-7)\right]\cdot\left(\frac{2(n-6)-1}{2}_{n-6}\right)$$

§ 7.

Ermittelung des Luftwiderstandscoefficienten.

Aus Formel 7 des § 1 ergiebt sich, wenn man das Integral zwischen den Grenzen y'_1 und y'_2 nimmt:

$$b_n = \frac{g}{n}\left(\frac{1}{v_2^n \cos \tau_2^n} - \frac{1}{v_1^n \cdot \cos \tau_1^n}\right)\left[\int_{y'_1}^{y'_2}(1+y'_2)^{\frac{n-1}{2}}\,dy'\right]^{-1}$$

Demnach hat man:

für $n = 2$

$$\text{I. } b_2 = g\left(\frac{1}{v_2^2 \cdot \cos \tau_2^2} - \frac{1}{v_1^2 \cdot \cos \tau_1^2}\right) \cdot \frac{1}{\frac{\tan \tau_2}{\cos \tau_2} - \frac{\tan \tau_1}{\cos \tau_1} + \ln\left[\frac{\operatorname{ctg}(45^0 - \frac{\tau_2}{2})}{\operatorname{ctg}(45^0 - \frac{\tau_1}{2})}\right]},$$

für $n = 3$

$$\text{II. } b_3 = \frac{g}{3}\left(\frac{1}{v_2^3 \cos \tau_2^3} - \frac{1}{v_1^3 \cos \tau_1^3}\right) \cdot \frac{1}{\tan \tau_2 - \tan \tau_1 + \frac{1}{3}(\tan \tau_2^3 - \operatorname{tg} \tau_1^3)},$$

für $n = 4$

$$\text{III. } b_4 = 2g\left(\frac{1}{v_2^4 \cdot \cos \tau_2^4} - \frac{1}{v_1^4 \cdot \cos \tau_1^4}\right) \cdot \frac{1}{\frac{\tan \tau_2}{\cos \tau_2}(5+2\tan \tau_2^2) - \frac{\tan \tau_1}{\cos \tau_1}(5+2\operatorname{tg}_1^2) + 3\ln\left[\frac{\operatorname{ctg}(45^0 - \frac{\tau_2}{2})}{\operatorname{ctg}(45^0 - \frac{\tau_1}{2})}\right]}.$$

Man kann also den Luftwiderstandscoefficienten berechnen, wenn die Geschoßgeschwindigkeit an zwei Stellen der Bahn und die zugehörigen Tangentialwinkel bekannt sind.

Soll b aus einem Schießversuch ermittelt werden, wo der Tangentialwinkel der Null nahe geblieben ist und war die Anfangs-

und Endgeschwindigkeit gemessen, so kann man $\tau_2 = -\tau_1 = \alpha$ setzen und findet demgemäß

$$\text{I}_{a.b_2} = \frac{g\left(1-\frac{v'^2}{c^2}\right)}{2v'^2\left(\sin\alpha + \cos\alpha^2 \ln \operatorname{ctg}(45^0 - \frac{\alpha}{2})\right)}$$

$$\text{II}_{a.b_3} = \frac{g\left(1-\frac{v'^3}{c^3}\right)}{3v'^3 \sin 2\alpha\,(\cos\alpha + {}^1/_{12}\sin 2\alpha^2)}$$

$$\text{III}_{a.b_4} = \frac{2g\left(1-\frac{v'^4}{c^4}\right)}{v'^4 . \cos\alpha^2\left[\sin 2\alpha\,(5+2\operatorname{tg}\alpha^2) + 6\cos\alpha^2 \ln \operatorname{ctg}(45^0-\frac{\alpha}{2})\right]}$$

Je größer jedoch absolut genommen der Unterschied zwischen Elevations- und Einfallwinkel wird, ein desto ungenaueres Resultat müssen die letzten Formeln liefern. Um auch für diesen Fall b genau bestimmen zu können, ist die Kenntniß des Einfallwinkels erforderlich, welcher sich aus den Scheibenbildern mit einiger Annäherung ermitteln läßt.

Verfasser möchte an dieser Stelle noch darauf hinweisen, daß mit Hilfe der Formeln I—III untersucht werden kann, welchem Luftwiderstandsgesetz sich die Bahnen eines jeden Geschosses am besten anschmiegen.

§ 8.

Der praktische Gebrauch der entwickelten Formeln.

Gegeben müssen sein: der Luftwiderstandscoefficient, die Anfangsgeschwindigkeit und der Abgangswinkel; ist die Größe dieser Flugbahnelemente bekannt, so lassen sich alle übrigen mit Hülfe der Formeln I—VIII ermitteln.

Formel I liefert zunächst die Scheitelgeschwindigkeit (v_0) und demnächst die Formeln VII und VIII die Abscisse der Geschützmündung (x_1) und die Steighöhe (h); ist die Größe der Steighöhe gefunden, so kann mittelst Formel IV die Abscisse des Endpunktes der Bahn (x_2) und hierauf mit Hülfe von Formel V der Einfallwinkel (τ') ermittelt werden; Formel III liefert sodann die

Anmerkung:

Hier ist

$$F\ (n, l^2) = -\frac{n-3}{3n} \cdot \left(\frac{3\ (n-3)\ -1}{3}_{n-3}\right)$$

$$F.(n, l^3) = +.\frac{n-4}{3n} \cdot \left(\frac{3\ (n-4)\ -1}{3}_{n-4}\right)$$

$$F\ (n, l^4) = -\frac{(n-6).(n-5)}{18n} \cdot \left(\frac{3\ (n-5)\ -1}{3}_{n-5}\right)$$

$$F\ (n, l^5) = +\frac{(n-7).(n-6)}{18n} \cdot \left(\frac{3\ (n-6)\ -1}{3}_{n-6}\right)$$

§ 6.

Reihenentwickelung nach x und y' für das biquadratische Widerstandsgesetz.

Für $n = 4$ geht Formel 8 des § 1 über in:

$$\text{I.}\quad \frac{1}{v_0^4} = \frac{1}{c^4 \cdot \cos\alpha^4} + \frac{b_4}{2g}\left[\frac{\operatorname{tag}\alpha}{\cos\alpha}\left(5 + 2\operatorname{tag}\alpha^2\right) + 3\ \ln\operatorname{ctg}\left(45^0 - \frac{\alpha}{2}\right)\right].$$

Die Formel 7 des § 1 liefert:

$$\text{II.}\quad \left(\frac{1}{g}y''\right)^2 = \frac{1}{v_0^4} + \frac{b_4}{2g}\left[\left(5 + 2y'^2\right) y' \sqrt{1+y'^2} + 3\ \ln\left(y' + \sqrt{1+y'^2}\right)\right]$$

woraus man folgert:

$$\text{III.}\quad \frac{1}{v'^4} = \cos\tau'^4\left[\frac{1}{v_0^4} + \frac{b_4}{2g}\left(\frac{\operatorname{tag}\tau'}{\cos\tau'}\left(5 + 2\operatorname{tg}\tau'^2\right) + 3\ \ln\operatorname{ctg}\left(45^0 - \frac{\tau'}{2}\right)\right)\right].$$

Die Formel II liefert die Relation $y'' = g\left[f(y')\right]^{1/2}$, ein Ausdruck, welcher der Kürze halber gleich $g \cdot \varepsilon^{1/2}$ gesetzt wird; dann hat man $y''' = \frac{1}{2} g \cdot \varepsilon^{-1/2} \cdot \varepsilon' \; y'' = 1/2\, g^2 \cdot \varepsilon'$ ꝛc.; auf diese Weise leitet man ab:

$$y'' = g \cdot \varepsilon^{1/2}$$

$$y''' = \frac{1}{2} g^2 \, \varepsilon'$$

$$y^{(4)} = \frac{1}{2} g^3 \, \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon''$$

$$y^{(5)} = \frac{1}{2} g^4 \left(\frac{1}{2} \varepsilon' \cdot \varepsilon'' + \varepsilon \cdot \varepsilon'''\right)$$

$$y^{(6)} = \frac{1}{2} g^5 \left(\frac{1}{2} \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon''^2 + 3/2 \cdot \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon''' + \varepsilon^{3/2} \cdot \varepsilon^{(4)}\right)$$

$$y^{(7)} = \frac{1}{2} g^6 \left(\frac{1}{4} \varepsilon' \varepsilon''^2 + 5/2 \varepsilon \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon''' + 3/4 \varepsilon'^2 \varepsilon''' + 3 \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon^{(4)} + \varepsilon^2 \cdot \varepsilon^{(5)}\right)$$

$$y^{(8)} = \frac{1}{2} g^7 \left(\frac{1}{4} \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon''^2 + 9/2 \, \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon''' + \frac{15}{4} \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon'^2 \cdot \varepsilon^{(4)} + \frac{5}{2} \varepsilon^{3/2} \cdot \varepsilon'''^2 + \frac{11}{2} \varepsilon^{3/2} \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon^{(4)} + 5 \varepsilon^{3/2} \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon^{(5)} + \varepsilon^{5/2} \cdot \varepsilon^{(6)}\right)$$

$$y^{(9)} = \frac{1}{2} g^8 \left(\frac{1}{8} \varepsilon' \cdot \varepsilon''^2 + 9/4 \, \varepsilon'^2 \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon''' + \frac{15}{8} \varepsilon'^2 \cdot \varepsilon^{(4)} + \frac{21}{4} \varepsilon \cdot \varepsilon''^2 \cdot \varepsilon''' + \frac{33}{4} \varepsilon \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon'''^2 + \frac{81}{4} \varepsilon \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon^{(4)} + \frac{45}{4} \varepsilon \cdot \varepsilon'^2 \cdot \varepsilon^{(5)} + \frac{21}{2} \varepsilon^2 \cdot \varepsilon''' \cdot \varepsilon^{(4)} + \frac{21}{2} \varepsilon^2 \cdot \varepsilon'' \cdot \varepsilon^{(5)} + \frac{15}{2} \varepsilon^2 \cdot \varepsilon' \cdot \varepsilon^{(6)} + \varepsilon^2 \cdot \varepsilon^{(7)}\right)$$

$$y^{(10)} = \frac{1}{2} g^9 \left(\frac{21}{2} \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon'^2 \cdot \varepsilon'''^2 + \frac{105}{8} \varepsilon^{1/2} \cdot \varepsilon'^2 \, \varepsilon^{(5)} + 21 \, \varepsilon^{5/2} \varepsilon''' \, \varepsilon^{(7)} + \frac{21}{2} \varepsilon^{5/2} \varepsilon' \, \varepsilon^{(7)}\right).$$

Für $y' = o$ wird

$$\varepsilon_o = \frac{1}{v_o^4}$$

$$\varepsilon_0' = \frac{4b_4}{g}$$

$$\varepsilon^{(2n)} = 0$$

$$\varepsilon_0''' = 3 . \frac{4b_4}{g}$$

$$\varepsilon_0^{(5)} = 9 . \frac{4b_4}{g}$$

$$\varepsilon_0^{(7)} = -45 . \frac{4b_4}{g}$$

$$\varepsilon_0^{(9)} = 945 . \frac{4b_4}{g}$$

Substituirt man diese Werthe in die obigen Gleichungen, so erhält man:

$$y_0'' = \frac{g}{v_0^2}$$

$$y_0''' = \frac{1}{2} g (4b_4)^1$$

$$y_0^{(4)} = 0$$

$$y_0^{(5)} = 0 + \frac{3}{2} \cdot \frac{g^2}{v_0^4} (4b_4)^1$$

$$y_0^{(6)} = 0 + \frac{9}{4} \cdot \frac{g^3}{v_0^2} (4b_4)^2$$

$$y_0^{(7)} = 0 + \frac{9}{8} g^3 (4b_4)^3 + \frac{9}{2} \frac{g^5}{v_0^6} (4b_4)^1$$

$$y_0^{(8)} = 0 + 0 + \frac{135}{4} \frac{g^5}{v_0^6} (4b_4)^2$$

$$y_0^{(9)} = 0 + 0 + \frac{351}{4} \cdot \frac{g^5}{v_0^4} (4b_4)^3 - \frac{45}{2} \cdot \frac{g^7}{v_0^{12}} (4b_4)^1$$

$$y_0^{(10)} = 0 + 0 + \frac{1701}{16} \frac{g^5}{v_0^2} (4b_4)^4 + \frac{189}{4} \frac{g^7}{v_0^{10}} (4b_4)^2$$

Nach Mac Laurin entwickelt man hieraus:

$$\text{IV. } y = \frac{1}{4v_0^2 b_4} \left[m \left(\frac{1}{2} \mu^2 + \frac{1}{12} \mu^3 \right) + m^2 \left(\frac{1}{80} \mu^5 + \frac{1}{4.80} \mu^6 + \frac{1}{56.80} \mu^7 \right) + m^3 \left(\frac{1}{1120} \mu^7 + \frac{3}{3584} \mu^8 \right. \right.$$

$$+\frac{13}{53760}\mu^9+\frac{3}{102400}\mu^{10}\Big)+m^6\Big(-\frac{1}{16128}\mu^9$$

$$+\frac{1}{76800}\mu^{10}\Big)\Big].$$

$$\text{V. } y'=m\Big((1+1/2\,\mu)^2-1\Big)+m^2\Big(\frac{1}{16}\mu^4+\frac{3}{160}\mu^5+\frac{1}{640}\mu^6\Big)$$

$$+m^3\Big(\frac{1}{160}\mu^6+\frac{3}{448}\mu^7+\frac{39}{17920}\mu^8+\frac{3}{10240}\mu^9\Big)$$

$$+m^7\Big(-\frac{1}{1792}\mu^8+\frac{1}{7680}\mu^9\Big).$$

Hierin ist $m=\frac{g}{4v_0^4b_4}$ und $\mu=4v_0^2b_4x$ gesetzt.

Um einen Ausdruck für die Flugzeit zu erhalten, benutzt man wiederum die Relation $\frac{dt}{dx}=t'=\Big(\frac{1}{g}y''\Big)^{1/2}=\varepsilon^{1/4}$, woraus man ableitet:

$$t''=\frac{1}{4}g\,\varepsilon^{-1/4}\cdot\varepsilon'$$

$$t'''=\frac{1}{4}g^2\Big(-\frac{1}{4}\varepsilon^{-3/4}\cdot\varepsilon'^2+\varepsilon^{1/4}\cdot\varepsilon''\Big)$$

$$t^{(4)}=\frac{1}{4}g^3\Big(+\frac{3}{16}\varepsilon^{-5/4}\cdot\varepsilon'^3-1/4\,\varepsilon^{-1/4}\cdot\varepsilon'\cdot\varepsilon''+\varepsilon^{3/4}\cdot\varepsilon'''\Big)$$

$$t^{(5)}=\frac{1}{4}g^4\Big(-\frac{15}{64}\varepsilon^{-7/4}\cdot\varepsilon'^4+1/2\,\varepsilon^{1/4}\cdot\varepsilon'\cdot\varepsilon'''\Big).$$

Dies liefert die Werthe:

$$t_0'=\frac{1}{v_0}$$

$$t_0''=v_0\cdot b_4^1$$

$$t_0'''=-v_0^3b_4^2$$

$$t_0^{(4)}=+3v_0^5b_4^3+3\frac{g^2}{v_0^3}b_4^1$$

$$t_0^{(5)}=-15v_0^7b_4^4+6.\frac{g^2}{v_0}b_4^2.$$

Hieraus entwickelt man nach Mac Laurin:

$$\text{VI. } t = \frac{1}{4v_0^3 b_4}\left[\frac{4}{3}\left((1+1/2\mu)^{3/2}-1\right) + m^2\left(\frac{1}{32}\mu^4+\frac{1}{320}\mu^5\right)\right]$$

Die Werthe von gx'_0 und deſſen Ableitungen lauten:

$$g x_0' = v_0^3$$

$$g x_0'' = -\frac{1}{2} v_0^6 \left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0''' = +\frac{1.3.}{2^2} v_0^{10} \cdot \left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(4)} = -\frac{1.3.5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3 - 1.3.\frac{1}{2}.v_0^6\left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0^{(5)} = +\frac{1..7}{2^4} v_0^{18}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^4 + 4.3.\frac{1.3}{2^2} v_0^{10}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(6)} = -\frac{1..9}{2^5} v_0^{22}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^5 - 10.3.\frac{1..5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3 - 9.\frac{1}{2} v_0^6\left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0^{(7)} = +\frac{1..11}{2^6} v_0^{26}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^6 + 20.3.\frac{1..7}{2^4} v_0^{18}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^4 + 144.\frac{1.3}{2^2} v_0^{10}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(8)} = -\frac{1..13}{2^7} v_0^{30}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^7 - 35.3.\frac{1..9}{2^5} v_0^{22}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^5 - 819.\frac{1..5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3$$
$$+ 45.\frac{1}{2} v_0^6\left(\frac{4b_4}{g}\right)^1$$

$$g x_0^{(9)} = +\frac{1..15}{2^8} v_0^{34}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^8 + 56.3.\frac{1..11}{2^6} v_0^{26}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^6 + 3024.\frac{1...7}{2^4} v_0^{18}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^4$$
$$+ 1152.\frac{1.3}{2^2} v_0^{10}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^2$$

$$g x_0^{(10)} = -\frac{1...17}{2^9} v_0^{38}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^9 - 84.3.\frac{1..13}{2^7} v_0^{30}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^7 - 8694.\frac{1..9}{2^5} v_0^{22}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^5$$
$$- 19548.\frac{1.3.5}{2^3} v_0^{14}\left(\frac{4b_4}{g}\right)^3 - 945.\frac{1}{2} v_0^6\left(\frac{4b_4}{g}\right)^1.$$

Hieraus entwickelt man nach Mac Laurin, wenn $\frac{4v_0^4 b_4}{g} y' = \zeta$ geſetzt wird:

$$\text{VII. } x = \frac{1}{4v_0^2 b_4}\left[2\left((1+\zeta)^{1/2}-1\right) - m^2\left(\frac{1}{16}\zeta^4 - \frac{3}{40}\zeta^5 + \frac{5}{64}\zeta^6 - \frac{5}{64}\zeta^7 + \frac{315}{4096}\zeta^8 - \frac{77}{1024}\zeta^9 + \frac{3003}{40960}\zeta^{10}\right) - m^4\left(\frac{1}{160}\zeta^6 - \frac{3}{140}\zeta^7 + \frac{39}{1024}\zeta^8 - \frac{7}{128}\zeta^9 + \frac{1449}{20480}\zeta^{10}\right) + m^6\left(\frac{1}{1792}\zeta^8 + \frac{1}{420}\zeta^9 - \frac{181}{17920}\zeta^{10}\right) - m^8 \cdot \frac{1}{7680}\zeta^{10}\right].$$

$$\text{VIII. } y = \frac{1}{4v_0^2 b_4}\left[2m\left(1/3\,(1+\zeta)^{3/2} - (1+\zeta)^{1/2} + 2/3\right) - m^3\left(\frac{1}{20}\zeta^5 - \frac{3}{48}\zeta^6 + \frac{15}{224}\zeta^7 - \frac{35}{512}\zeta^8 + \frac{35}{512}\zeta^9 - \frac{693}{10240}\zeta^{10} + \frac{273}{4096}\zeta^{11}\right) - m^5\left(\frac{3}{560}\zeta^7 - \frac{3}{160}\zeta^8 + \frac{13}{384}\zeta^9 - \frac{63}{1280}\zeta^{10} + \frac{14490}{225280}\zeta^{11}\right) + m^7\left(\frac{1}{2016}\zeta^9 + \frac{3}{1400}\zeta^{10} - \frac{181}{19712}\zeta^{11}\right) - m^9 \cdot \frac{1}{8448}\zeta^{11}\right].$$

Anmerkung:

Hier ist:

$$F(n, m^2) = -\cdot\frac{n-3}{2n}\cdot\left(\frac{2(n-3)-1}{2}_{n-3}\right)$$

$$F(n, m^4) = +\cdot\frac{n-4}{2n}\cdot\left(\frac{2(n-4)-1}{2}_{n-4}\right)$$

$$F(n, m^6) = -\cdot\frac{3(n-5)}{40n}\cdot\left[1+\frac{5}{3}(n-6)\right]\cdot\left(\frac{2(n-5)-1}{2}_{n-5}\right)$$

$$F(n, m^8) = +\cdot\frac{3(n-6)}{40n}\cdot\left[1+\frac{5}{3}(n-7)\right]\cdot\left(\frac{2(n-6)-1}{2}_{n-6}\right)$$

§ 7.

Ermittelung des Luftwiderstandscoefficienten.

Aus Formel 7 des § 1 ergiebt sich, wenn man das Integral zwischen den Grenzen y'_1 und y'_2 nimmt:

$$b_n = \frac{g}{n}\left(\frac{1}{v_2^n \cos\tau_2^n} - \frac{1}{v_1^n \cdot \cos\tau_1^n}\right)\left[\int_{y'_1}^{y'_2}(1+y'_2)^{\frac{n-1}{2}}\,dy'\right]^{-1}$$

Demnach hat man:

für $n = 2$

$$\text{I. } b_2 = g\left(\frac{1}{v_2^2 \cdot \cos\tau_2^2} - \frac{1}{v_1^2 \cdot \cos\tau_1^2}\right) \cdot \frac{1}{\frac{\tan\tau_2}{\cos\tau_2} - \frac{\tan\tau_1}{\cos\tau_1} + \ln\left[\frac{\operatorname{ctg}(45^\circ - \frac{\tau_2}{2})}{\operatorname{ctg}(45^\circ - \frac{\tau_1}{2})}\right]},$$

für $n = 3$

$$\text{II. } b_3 = \frac{g}{3}\left(\frac{1}{v_2^3 \cos\tau_2^3} - \frac{1}{v_1^3 \cos\tau_1^3}\right) \cdot \frac{1}{\tan\tau_2 - \tan\tau_1 + 1/3\,(\tan\tau_2^3 - \operatorname{tg}\tau_1^3)},$$

für $n = 4$

$$\text{III. } b_4 = 2g\left(\frac{1}{v_2^4 \cdot \cos\tau_2^4} - \frac{1}{v_1^4 \cdot \cos\tau_1^4}\right) \cdot \frac{1}{\frac{\tan\tau_2}{\cos\tau_2}(5+2\tan\tau_2^2) - \frac{\tan\tau_1}{\cos\tau_1}(5+2\operatorname{tg}_1^2) + 3\ln\left[\frac{\operatorname{ctg}(45^\circ - \frac{\tau_2}{2})}{\operatorname{ctg}(45^\circ - \frac{\tau_1}{2})}\right]}$$

Man kann also den Luftwiderstandscoefficienten berechnen, wenn die Geschoßgeschwindigkeit an zwei Stellen der Bahn und die zugehörigen Tangentialwinkel bekannt sind.

Soll b aus einem Schießversuch ermittelt werden, wo der Tangentialwinkel der Null nahe geblieben ist und war die Anfangs-

und Endgeschwindigkeit gemessen, so kann man $\tau_2 = -\tau_1 = \alpha$ setzen und findet demgemäß

$$\text{I}_a.\ b_2 = \frac{g\left(1-\frac{v'^2}{c^2}\right)}{2v'^2\left(\sin\alpha + \cos\alpha^2 \ln \operatorname{ctg}(45^0 - \frac{\alpha}{2})\right)}$$

$$\text{II}_a.\ b_3 = \frac{g\left(1-\frac{v'^3}{c^3}\right)}{3v'^3 \sin 2\alpha\,(\cos\alpha + {}^1/_{12}\sin 2\alpha^2)}$$

$$\text{III}_a.\ b_4 = \frac{2g\left(1-\frac{v'^4}{c^4}\right)}{v'^4 \cdot \cos\alpha^2\left[\sin 2\alpha\,(5+2\operatorname{tg}\alpha^2) + 6\cos\alpha^2 \ln\operatorname{ctg}(45^0-\frac{\alpha}{2})\right]}$$

Je größer jedoch absolut genommen der Unterschied zwischen Elevations- und Einfallwinkel wird, ein desto ungenaueres Resultat müssen die letzten Formeln liefern. Um auch für diesen Fall b genau bestimmen zu können, ist die Kenntniß des Einfallwinkels erforderlich, welcher sich aus den Scheibenbildern mit einiger Annäherung ermitteln läßt.

Verfasser möchte an dieser Stelle noch darauf hinweisen, daß mit Hilfe der Formeln I—III untersucht werden kann, welchem Luftwiderstandsgesetz sich die Bahnen eines jeden Geschosses am besten anschmiegen.

§ 8.

Der praktische Gebrauch der entwickelten Formeln.

Gegeben müssen sein: der Luftwiderstandscoefficient, die Anfangsgeschwindigkeit und der Abgangswinkel; ist die Größe dieser Flugbahnelemente bekannt, so lassen sich alle übrigen mit Hülfe der Formeln I—VIII ermitteln.

Formel I liefert zunächst die Scheitelgeschwindigkeit (v_0) und demnächst die Formeln VII und VIII die Abscisse der Geschützmündung (x_1) und die Steighöhe (h); ist die Größe der Steighöhe gefunden, so kann mittelst Formel IV die Abscisse des Endpunktes der Bahn (x_2) und hierauf mit Hülfe von Formel V der Einfallwinkel (τ') ermittelt werden; Formel III liefert sodann die

Endgeschwindigkeit (v') und Formel VI die Flugzeiten (t_1 und t_2) für beide Aeste der Bahn.

Die einzige Schwierigkeit, welche sich beim praktischen Rechnen herausstellt, bietet die Ermittelung der Abscisse des Endpunktes der Bahn (x_2), welche sich jedoch auf folgende Weise überwinden läßt.

Man bestimmt zunächst x_2 annähernd, indem man nur den geschlossenen Theil der Formel IV berücksichtigt; hierbei hat man im quadratischen Gesetz eine transcendente Gleichung, im kubischen eine solche vierten Grades, im biquadratischen eine Gleichung dritten Grades zu lösen.

Sodann ermittelt man den Werth der Funktion $(h + z_2)$ für diesen Annäherungswerth (X_2) der Unabhängigen, indem man den letztern in die vollständige Formel einsetzt; hierauf greift man wiederum nur auf den geschlossenen Theil der Formel zurück und bestimmt x_2 nochmals annäherungsweise, indem man aber anstatt h einsetzt $(h - z_2)$.

Dies Verfahren muß so oft wiederholt werden, bis einem Werthe x_2 der Unabhängigen der Functionswerth h entspricht. Diese Methode würde sehr langwierig sein, wenn Formel IV schwach convergirte; da aber gerade diese sich durch rasche Convergenz auszeichnet, so genügt in den weitaus meisten Fällen eine einmalige Correction des ersten Annäherungswerthes X_2.

Was nun die zur Ermittelung von x_2 aufzulösenden Gleichungen anbelangt, so hat man

im quadratischen Widerstandsgesetz:

$$h = \frac{k}{2b_2}\left[e^x - x - 1\right],$$

wofür man, indem e^x in eine Reihe verwandelt wird, deren höhere Glieder wegbleiben, schreibt:

$$h = \frac{k}{2b_2}\left[\frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{6}x^3 + \frac{1}{24}x^4\right].$$

Setzt man hierin $\frac{k}{2b_2 \cdot h} = 3D$, so hat man die biquadratische Gleichung $u^4 - 3/2\, Du^3 - 1/2\, Du - 1/8\, D = 0$ zu lösen, wo $u = \frac{1}{x}$ ist. Die cubische Hilfsgleichung lautet:

$$(v - D)^3 + 3E(v - D) + 2F = 0,$$

worin $E = 1/3\left[1/2\,D - 3/4\,D^2\right]$ und $F = 1/8\left[D^3 + D^3\right]$ gesetzt ist.

Wie man sich leicht überzeugt, hat diese Hilfsgleichung stets nur eine reelle und positive Wurzel, nämlich

$$v_1 = D + \sqrt[3]{-F + \sqrt{F^2 + E^3}} + \sqrt[3]{-F - \sqrt{F^2 + E^3}}$$

und wird mithin

$$\left.\begin{aligned} u_1 &= \frac{1}{x_1} \\ u_2 &= \frac{1}{x_2} \end{aligned}\right\} = \frac{1}{2}\left\{\sqrt{v_1} \mp \sqrt{-v_1 + D\left(3 + \sqrt{\frac{1}{v_1}}\right)}\right\}.$$

Hierin entspricht x_2 (x_1) dem Werthe X_2 (X_1).

Im Uebrigen verfährt man, wie oben angegeben.

Im cubischen Widerstandsgesetz:

$$h = \frac{l}{3 v_0 b_2}\left[1/2\,\lambda^2 + 1/9\,\lambda^3 + 1/108\,\lambda^4\right]$$

oder

$$h = \frac{3}{4} \cdot \frac{l}{3 v_0 b_2}\left[(1 + 1/3\,\lambda)^4 - 4(1 + 1/3\,\lambda) + 3\right]$$

oder, wenn man $(1 + 1/3\,\lambda) = u$ und $1 - 4 \cdot h \cdot \frac{3 v_0 b_2}{g \cdot l} = A$ setzt,

$$u^4 - 4u + 3A = 0.$$

Hier lautet die cubische Hilfsgleichung:

$$v^3 - 4 \cdot 3 \cdot A \cdot v - 16 = 0,$$

welche ebenfalls nur eine reelle und positive Wurzel hat, nämlich:

$$v_1 = 2\left[\sqrt[3]{1 + \sqrt{1 - A^3}} + \sqrt[3]{1 - \sqrt{1 - A^3}}\right]$$

und wird demnach

$$\left.\begin{aligned} u_1 &= (1 + 1/3\,\lambda_1) \\ u_2 &= (1 + 1/3\,\lambda_2) \end{aligned}\right\} = \frac{1}{2}\left\{\sqrt{v_1} \mp \sqrt{-v_1 + \sqrt{\frac{64}{v_1}}}\right\}.$$

Ist λ ein nicht zu großer echter Bruch, so setzt man zweckmäßig:

$$h = \frac{1}{3 v_0 b_2} \left(\frac{1}{2} \lambda^2 + {}^1/_9 \lambda^3 \right)$$

oder

$$\left(\frac{1}{\lambda}\right)^3 - p \cdot \left(\frac{1}{\lambda}\right) - {}^2/_9 p = 0.$$

Setzt man

$$r = 2 \sqrt{{}^1/_3 p} \text{ und } \sin 3\varphi = \frac{1}{\sqrt{3p}}, \text{ wo } p = \frac{1}{2h} \cdot \frac{1}{3 v_0 b_2}$$

ist, so wird

$$\left.\begin{matrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{matrix}\right\} = \mp \frac{1}{r \cdot \sin (60^\circ \mp \varphi)}$$

im biquadratischen Gesetz:

$$h = \frac{m}{4 v_0^2 b_4} \left[\frac{1}{2} \mu^2 + \frac{1}{12} \mu^3 \right]$$

oder

$$h = \frac{2}{3} \cdot \frac{m}{4 v_0^2 b_4} \left[(1 + {}^1/_2 \mu)^3 - 3 (1 + {}^1/_2 \mu) + 2 \right].$$

Setzt man $\sin 3\varphi = 1 - 3h \cdot \frac{4 v_0^2 b_4}{4m}$, so wird

$$(1 + {}^1/_2 \mu_1) = 2 \cdot \sin \varphi$$
$$(1 + {}^1/_2 \mu_2) = 2 \cdot \sin (60^\circ - \varphi).$$

Uebrigens läßt sich die im quadratischen und cubischen Gesetze erforderliche Lösung einer Gleichung 4ten Grades vermeiden, da man diese auf eine solche dritten Grades reduciren kann, indem ein Wurzelwerth (x_1) schon bekannt ist. Indessen erhält man alsdann aus nahe liegendem Grunde einen weniger scharf zu treffenden Annäherungswerth X_2.

§ 9.

Vorführung einiger praktischen Beispiele.

Zunächst soll hier dasselbe Beispiel vorgeführt werden, welches Herr Major v. Pfister in seiner im Archiv Band 88 veröffentlichten

Arbeit: „Beurtheilung unſerer balliſtiſchen Rechnenformeln" behandelt hat. Um einen Vergleich der Rechnungsreſultate zu ermöglichen, wurden die Werthe des Luftwiderſtandscoefficienten aus der angezogenen Arbeit entnommen.

Der Verfaſſer ſtellt ſich die Aufgabe, die Flugbahnelemente der Bahn der 28 cm Hartgußgranate bei einer Anfangsgeſchwindigkeit $c = 473$ m und für die Abgangswinkel von 15° 31′ 43″ und 11° 20′ 30″ zu berechnen.

Es wird $g = 9{,}8126$ m geſetzt.

1. Beiſpiel.

Die Bahnen der 28 cm Hartgußgranate für die Elevationen $\alpha = 15° 31' 43''$ und $\alpha = 11° 20' 30''$.

A. Quadratiſches Geſetz.

$(\lg b_2 = 0{,}01235 - 4)$

a. $\alpha = 15° 31' 43''$.

Man findet mittelſt Formel I

$$v_0 = 305{,}49 \text{ m},$$

und ſodann mittelſt der Formeln VII und VIII

$$x_1 = -\,[3813{,}6 + (4{,}62 + 4{,}02 + 2{,}73 + 1{,}70 + 1{,}01 + 0{,}59 + 0{,}34 + 0{,}19 + 0{,}11 + 0{,}06 + 0{,}04 + 0{,}01 + \cdots = 15{,}4) + \cdots] = -\,3829 \text{ m}.$$

$$h = [598{,}4 + (1{,}03 + 0{,}93 + 0{,}65 + 0{,}41 + 0{,}25 + 0{,}15 + 0{,}08 + 0{,}05 + 0{,}03 + 0{,}01 + \cdots = 3{,}6) + \cdots] = 602 \text{ m}.$$

Hier genügt die Berückſichtigung der um einige Glieder erweiterten zweiten Klammer vollſtändig, da die übrigen Klammern das Reſultat erſt in der zweiten Decimalſtelle ändern.

Sodann findet man annähernd:

$$X_1 = -\,3807 \text{ m} \quad X_2 = 3037{,}4 \text{ m};$$

für letzteren Werth lautet Formel IV

$$y = [603{,}97 + (0{,}52 + 0{,}38 + 0{,}15 + 0{,}05 + 0{,}01 + \cdots = 1{,}11) + \cdots] = 605{,}08 \text{ m}$$

und iſt mithin $z_2 = 3{,}08$ m.

Eine einmalige Correctur liefert:

$$X_2 = 3030{,}5 \text{ m},$$

für welchen Werth

$$y = [601{,}02 + (0{,}51 + 0{,}37 + 0{,}14 + 0{,}05 + 0{,}01 + \cdots = 1{,}08) + \cdots] = 602{,}1 \text{ m wird.}$$

Man kann demnach den corrigirten Werth als richtig betrachten und setzen:

$$x_2 = 3030{,}5 \text{ m}$$
$$w = 6859{,}5 \text{ m}.$$

Demnächst wird mittelst V

$$\operatorname{tag} \tau' = [0{,}44232 + (0{,}00084 + 0{,}00073 + 0{,}00035 + 0{,}00012 + 0{,}00003 + 0{,}00001 = 0{,}00208) + (0{,}00001 + 0{,}00001 + \ldots = 0{,}00002) + \ldots] = 0{,}44442,$$

woraus folgt:

$$\tau' = 23^\circ\, 57{,}7'.$$

Sodann erhält man mittelst III

$$v' = 242{,}7 \text{ m}$$

und schließlich mittelst VI

$$t_1 = -10{,}35'' \qquad t_2 = 11{,}7 \qquad T = 22{,}05''$$

b. $\alpha = 11^\circ\, 20'\, 30''$

Hier wird:

$$v_0 = 335{,}5 \text{ m}$$
$$x_1 = -[3117{,}3 + (1{,}83 + 1{,}38 + 0{,}82 + 0{,}44 + 0{,}23 + 0{,}12 + 0{,}06 + \ldots = 4{,}9) + \ldots] = -3122 \text{ m}$$
$$h = [345{,}85 + (0{,}29 + 0{,}23 + 0{,}14 + 0{,}08 + 0{,}04 + 0{,}02 + \ldots = 0{,}8) + \ldots] = 346{,}7 \text{ m}$$
$$X_1 = -3113 \text{ m} \qquad X_2 = 2575{,}5 \text{ m}$$

Für letzteren Werth lautet IV:

$$y = [347{,}43 + (0{,}13 + 0{,}08 + 0{,}03 + \ldots = 0{,}24) + \ldots] = 347{,}67 \text{ m}$$
$$z_2 = 0{,}97 \text{ m}$$

Eine einmalige Correctur liefert:

$$x_2 = 2571{,}5\text{ m}$$
$$w = 5693{,}5\text{ m}$$

Sodann wird:

$$\tan\tau' = [0{,}29547 + (0{,}00025 + 0{,}00018 + 0{,}00007 + 0{,}00002 + \ldots = 0{,}00052) + \ldots] = 0{,}29599$$
$$\tau' = 16^\circ\,8'$$
$$v' = 269{,}1\text{ m}$$
$$t_1 = -7{,}96'' \qquad t_2 = 8{,}79'' \qquad T = 16{,}75''$$

B. Kubisches Gesetz.

$(\lg b_3 = 0{,}37183 - 7)$

a. $\alpha = 15^\circ\,31'\,43''$

Man erhält:

$$v_0 = 318{,}12\text{ m}$$
$$x_1 = -[3885{,}5 + (7{,}91 + 6{,}78 + 4{,}85 + 3{,}27 + 2{,}15 + 1{,}39 + 0{,}9 + 0{,}37 + 0{,}23 + 0{,}15 + 0{,}09 + 0{,}4 + \ldots = 28{,}7) + (0{,}06 + 0{,}09 + 0{,}09 + 0{,}08 + 0{,}06 + 0{,}03 + \ldots = 0{,}5) + \ldots] = -3914{,}7\text{ m}$$
$$h = [600{,}5 + (1{,}76 + 1{,}57 + 1{,}16 + 0{,}8 + 0{,}53 + 0{,}35 + 0{,}23 + 0{,}14 + 0{,}07 + 0{,}01 + \ldots = 6{,}62) + (0{,}02 + 0{,}04 + 0{,}05 + 0{,}03 + 0{,}01 + \ldots = 0{,}15) + \ldots] = 607{,}3\text{ m}$$
$$X_1 = -3909{,}4\text{ m} \qquad X_2 = 3267\text{ m}$$

Für letzteren Werth wird

$$y = [607{,}3 + (0{,}85 + 0{,}35 + 0{,}06 + \ldots = 1{,}26) + \ldots] = 608{,}56\text{ m}$$
$$z_2 = 1{,}26\text{ m}$$

Eine einmalige Correctur liefert:

$$X_2 = x_2 = 3265{,}5\text{ m} \qquad (y = 607{,}27\text{ m}) \qquad w = 7181\text{ m}$$
$$\tan\tau' = [0{,}40049 + (0{,}00130 + 0{,}00063 + 0{,}00013 + 0{,}00001 + \ldots = 0{,}00207) + \ldots] = 0{,}40256$$
$$\tau' = 21^\circ\,55{,}7'$$
$$v' = 272{,}93\text{ m}$$
$$t_1 = -10{,}5'' \qquad t_2 = 11{,}53'' \qquad T = 22{,}03''$$

b. $\alpha = 11° 20' 30''$

Man erhält:

$$v_0 = 343{,}58\,\text{m}$$

$$x_1 = -[3145{,}5 + (3{,}16 + 2{,}35 + 1{,}60 + 0{,}98 + 0{,}59 + 0{,}35 + 0{,}20 + 0{,}12 + 0{,}07 + 0{,}04 + 0{,}02 + \ldots = 9{,}5) + \ldots\ldots] = -3155\,\text{m}$$

$$h = [345{,}94 + (0{,}51 + 0{,}41 + 0{,}28 + 0{,}17 + 0{,}11 + 0{,}06 + 0{,}04 + 0{,}02 + \ldots = 1{,}6) + \ldots] = 347{,}54$$

$$X_1 = -3176{,}5\,\text{m} \qquad X_2 = 2701{,}6\,\text{m}$$

Hier wurde die an zweiter Stelle im § 8 gegebene Annäherungsformel benutzt. Für $x = X_2$ lautet dann IV

$$y = [349{,}94 + (0{,}22 + 0{,}08 + 0{,}01 + \ldots = 0{,}31) + \ldots] = 350{,}25\,\text{m}.$$

$$z_2 = 2{,}71\,\text{m}$$

Eine einmalige Correctur liefert:

$$X_2 = x_2 = 2691{,}7\,\text{m} \qquad (y = 347{,}52\,\text{m})$$

$$w = 5847\,\text{m}$$

$$\operatorname{tag} \tau' = [0{,}27600 + (0{,}00041 + 0{,}00018 + 0{,}00003 + \ldots = 0{,}00062) + \ldots] = 0{,}27662$$

$$\tau' = 15° 27{,}7'$$

$$v' = 291{,}55\,\text{m}$$

$$t_1 = -8{,}01'' \qquad t_2 = 8{,}69'' \qquad T = 16{,}7''$$

C. Biquadratisches Gesetz.

($\lg b_4 = 0{,}73206 - 10$)

a. $\alpha = 15° 31' 43''$

Man erhält:

$$v_0 = 327{,}72$$

$$x_1 = -[3941{,}8 + (10{,}35 + 8{,}75 + 6{,}43 + 4{,}53 + 3{,}15 + 2{,}17 + 1{,}49 + 1{,}02 + 0{,}70 + 0{,}48 + 0{,}33 + 0{,}23 + 0{,}16 + 0{,}11 + 0{,}07 + \ldots = 40{,}0) + (0{,}08 + 0{,}19 + 0{,}24 + 0{,}25 + 0{,}22 + 0{,}19 + 0{,}16 + 0{,}12 + 0{,}09 + 0{,}06 + 0{,}04 + 0{,}02 + \ldots = 1{,}7) + \ldots] = -3983{,}5\,\text{m}$$

$$h = [601{,}7 + (2{,}30 + 2{,}03 + 1{,}53 + 1{,}10 + 0{,}78 + 0{,}54 + 0{,}38 + 0{,}26 + 0{,}18 + 0{,}12 + 0{,}09 + 0{,}06 + 0{,}04 + \ldots = 9{,}3) + (0{,}02 + 0{,}05 + 0{,}06 + 0{,}04 + 0{,}02 + \ldots = 0{,}3) + \ldots] = 611{,}3\text{ m}.$$

$$X_1 = -3976\text{ m} \qquad X_2 = 3437\text{ m}$$

Für den letzten Werth wird:

$$y = [611{,}3 + (1{,}06 + 0{,}21 + 0{,}01 + \ldots = 1{,}28) + \ldots] = 612{,}58\text{ m}$$

$$z_2 = 1{,}28\text{ m}$$

Eine einmalige Correctur liefert:

$$X_2 = x_2 = 3433{,}2\text{ m} \qquad (y = 611{,}28\text{ m})$$

$$w = 7417\text{ m}$$

$$\operatorname{tag} \tau' = [0{,}37607 + (0{,}00154 + 0{,}00037 + 0{,}00002 + \ldots = 0{,}00193) + (0{,}00002 + 0{,}00001 + \ldots = 0{,}00003) + \ldots] = 0{,}37803$$

$$\tau' = 20^\circ\ 42{,}5'$$

$$v' = 293{,}5\text{ m}$$

$$t_1 = -10{,}46'' \qquad t_2 = 11{,}5'' \qquad T = 21{,}96''$$

b. $\alpha = 11^\circ\ 20'\ 30''$

Man erhält:

$$v_0 = 350{,}02\text{ m}$$

$$x_1 = -[3167{,}6 + (4{,}17 + 3{,}31 + 2{,}29 + 1{,}51 + 0{,}99 + 0{,}64 + 0{,}41 + 0{,}27 + 0{,}17 + 0{,}11 + 0{,}07 + 0{,}05 + 0{,}03 + 0{,}01 + \ldots = 14{,}0) + \ldots] = -3181{,}6$$

$$h = [345{,}72 + (0{,}67 + 0{,}55 + 0{,}39 + 0{,}27 + 0{,}18 + 0{,}12 + 0{,}07 + 0{,}05 + 0{,}03 + 0{,}01 + \ldots = 2{,}34) + \ldots] = 348{,}06\text{ m}$$

$$X_1 = -3178{,}7\text{ m} \qquad X_2 = 2782\text{ m}$$

$$z_2 = 0{,}34$$

$$X_2 = x_2 = 2781\text{ m}$$

$$w = 5962{,}6$$

$$\operatorname{tag} \tau' = [0{,}26372 + (0{,}00051 + 0{,}00011 + 0{,}00001 + \ldots = 0{,}00063) + \ldots] = 0{,}26435$$

$$\tau' = 14^\circ\ 48'{,}5$$

$$v' = 308{,}24\text{ m}$$

$$t_1 = -8{,}05'' \qquad t_2 = 8{,}64'' \qquad T = 16{,}69''$$

Nachfolgende Tabelle enthält die Rechnungsresultate des Verfassers; diejenigen des Herrn Major v. Pfister sind in runden Klammern beigefügt; die in den eckigen Klammern enthaltenen Angaben sind die Ergebnisse der Pfisterschen Rechnungen nach Haupt

Elevation	Scheitelgeschwindigkeit			Endgeschwindigkeit			Fallwinkel			Schußweite			Flugzeit		
	qua. G.	cub. G.	biq. G.	qua. G.	cub. G.	biq. G.	qua. G.	cub. G.	biq. G.	qua. G.	cub. G.	biq. G.	qua. G.	cub. G.	biq. G.
15° 31′ 48″	305,49	318,12 [318,9]	327,72	242,7	272,23 [272,7]	283,5	23° 57,7′	21° 55,7′ [21° 52,5′]	20° 42,5′	6639,5	(7179) 7181 [7186]	(7415) 7417	22,05	23,03 [23]	21,96
11° 20′ 30″	335,5	349,58 [349,95]	360,02	269,1	291,55 [291,5]	308,24	18° 8′	15° 27,7′ [15° 27,5′]	14° 48,5′	5698,5	(5847) 5847 [5943]	(5963) 5962,6	16,75	16,7 [16,7]	16,69

2. Beispiel.

Die Bahn der Granate des 21cm Mörsers bei einem Abgangswinkel von 59° 26′ und 3,5 kg Ladung im cubischen Gesetz.

$c = 214\,\text{m} \qquad g = 9{,}8116\,\text{m} \qquad \lg b_s = 0{,}69000 - 7$

Dasselbe Beispiel behandelt Haupt in seiner „Mathematischen Theorie ꝛc.", und wurden, um einen Vergleich der Rechnungsergebnisse zu ermöglichen, die oben angezogenen Werthe dieser Arbeit entnommen. Die Resultate der Haupt'schen Rechnung sind den meinigen in Klammern beigefügt.

Man erhält:

$$v_0 = 92{,}3\,\text{m}\ (95\,\text{m})$$

$$x_1 = -\big[1580 + (46{,}68 + 12{,}41 + 2{,}75 + 0{,}57 + 0{,}12 + 0{,}02 + \ldots = 62{,}55) + (4{,}24 + 1{,}97 + 0{,}64 + 0{,}18 + 0{,}05 + 0{,}01 + \ldots = 7{,}09) + (0{,}50 + 0{,}38 + 0{,}17 + 0{,}06 + 0{,}02 + \ldots = 1{,}13) + \ldots\big] = -1651\,\text{m}$$

$$h = \big[1371{,}2 + (63{,}24 + 17{,}51 + 3{,}99 + 0{,}85 + 0{,}18 + 0{,}03 + \ldots = 85{,}80) + (6{,}28 + 2{,}97 + 0{,}98 + 0{,}28 + 0{,}07 + 0{,}02 + \ldots = 10{,}60) + (0{,}77 + 0{,}59 + 0{,}28 + 0{,}09 + 0{,}03 + \ldots = 1{,}76) + \ldots\big] = 1469{,}4\,\text{m}$$

$$X_1 = -1638{,}5\,\text{m} \qquad X_2 = 1561{,}2\,\text{m}$$

Für letzteren Werth wird

$$y = \big[1470{,}47 + (21{,}34 + 2{,}51 + 0{,}12 + \ldots = 23{,}97) + (0{,}58 + 0{,}11 + 0{,}01 + \ldots = 0{,}7) + \ldots\big] = 1491{,}1$$

$$z_2 = 25{,}8\,\text{m}.$$

Eine einmalige Correctur liefert:

$$X_2 = x_2 = 1547{,}7\,\text{m} \qquad (y = 1468{,}3\,\text{m}) \qquad w = 3199\,\text{m}\ (3420\,\text{m})$$

$$\operatorname{tag} r' = \big[1{,}91 + (0{,}06603 + 0{,}00924 + 0{,}00054 + 0{,}00002 + \ldots = 0{,}07583) + (0{,}00280 + 0{,}00056 + 0{,}00004 + \ldots = 0{,}00340) + (0{,}00011 + \ldots) + \ldots\big] = 1{,}98934$$

$$r' = 63° 18{,}7' \; (64° 7{,}5')$$

$$v' = 192 \text{ m } (191{,}9 \text{ m})$$

$$t_1 = -17{,}1'' \qquad t_2 = 17{,}46'' \qquad T = 34{,}56'' \; (36'')$$

Wie man sieht, zeigen sich hier recht erhebliche Differenz den Rechnungsergebnissen, und hat es den Anschein, als o Hauptschen Formeln für Mörserbahnen, wenigstens bei so h Elevationen, nicht ganz mehr zutreffen.

(Fortsetzung folgt.)

$\cdot^{-2} v'' \cdot v^{(4)}$	$1.15.\binom{p}{3}.3!\,v^{p-3}\cdot v''^{3}$	
$\cdot^{-3} v' \cdot v'' \cdot v^{(4)}$	$7.15.\binom{p}{4}.4!\,v^{p-4}\cdot v' \cdot v''^{3}$	
$v'^{2} \cdot v'' \cdot v^{(4)}$	$28.15.\binom{p}{5}.5!\,v^{p-5}\cdot v'^{2}\cdot v''^{2}$	
$30.\binom{p}{3}.3!\,v^{p-3}\cdot v''\cdot v'''^{2}$	$1.105.\binom{p}{4}.4!\,v^{p-4}\cdot v''$	
$\cdot^{-5} v'^{3} \cdot v'' \cdot v^{(4)}$	$84.15.\binom{p}{6}.6!\,v^{p-6}\cdot v'^{3}\cdot v''^{3}$	
$.\binom{p}{4}.4!\,v^{p-4}\cdot v' \cdot v'' \cdot v'''^{2}$	$9.105.\binom{p}{5}.5!\,v^{p-5}\cdot v' \cdot v''^{4}$	

HYDROGRAPHISCHES AMTSBIBLIOTHEK · M. KRIEGSMARINE

Kleine Mittheilungen.

8.

Ein neuer Stromgeschwindigkeitsmesser (vom Schweizer Genie-Oberstlieutenant Ad. Meinecke).

Ob ein Fluß überbrückt, ob er durchfurthet oder überschwommen werden kann, hängt nächst der Wassertiefe von der Fließgeschwindigkeit und Stoßkraft des Stromes ab. Der zur Rekognoszirung vorausgesandte Offizier wird oft wenig Zeit zur Untersuchung übrig und wahrscheinlich keins von den feinen, difficilen und kostspieligen Friedens-Instrumenten der Hydrologen zur Hand haben.

Die primitivste und bekannteste Beobachtungsmethode, die der Beobachtung der Zeit, in welcher ein Oberflächen-Schwimmer eine am Ufer abgemessene Flußstrecke zurücklegt — wird, wo es angeht, immer am liebsten angewendet werden. Aber aus Raum- und Zeitmangel wird es nicht immer angehn.

Oft zu brauchen wird das gewöhnliche Schiffs-Log sein, das man erforderlichenfalls aus einem Brettstückchen und einer Schnur, in welche man in beliebigen Abständen nach dem Maßstabe Knoten knüpft, extemporiren kann. Man geht, reitet oder fährt im Nachen — je nach der Wassertiefe — in den Stromstrich, wirft das Brettchen ins Wasser, hält es zunächst am ersten Knoten der klar gemachten Schnur fest und beobachtet von dem Augenblicke an, wo man den ersten Knoten durch die Hand gleiten und somit das Logbrett abschwimmen läßt, die Sekundenuhr, bis der letzte Knoten in die Hand gleitet.

Wenn es sich um ein besonderes, für den Zweck der Geschwindigkeitsmessung ausdrücklich konstruirtes, mitzuführendes Instrument handelt,

dürfte das von Darcy angegebene und nach ihm „tube Darcy“ benannte zu empfehlen sein, eine Verbesserung der von Reichenbach verbesserten „Pitot'schen Röhre“. Das Prinzip der letzteren ist folgendes: Eine an beiden Enden offene Röhre wird rechtwinklig umgebogen, der eine, längere, Schenkel vertikal gehalten, der kürzere, horizontale, so in das Wasser gesenkt, daß die Achse desselben in die Stromrichtung fällt. Diejenigen Wasserfäden, die auf die Oeffnung des kurzen Schenkels stoßen, treten in denselben ein, und da sie keinen anderen Ausweg finden, so steigen sie in der vertikalen Röhre auf, und zwar so lange bis das Gewicht der über das allgemeine Niveau des Wassers emporreichenden Wassersäule der Stoßkraft des Stromes das Gleichgewicht hält. Bedeutet ψ den dem einzelnen Instrumente eigenthümlichen Reibungs-Coefficienten, der bei jedem Exemplare experimentell zu ermitteln ist, so ist die Geschwindigkeit $v = \psi \sqrt{2gh}$ oder im Metermaße (für unsere geographische Breite) $v = 4{,}4292\,\psi \sqrt{h}$, wenn h die Erhebung der Oberfläche der Wassersäule in der Röhre über die Oberfläche des Flusses in Metern ist.

Da diese Wassersäule nur so lange konstant ist, als das Instrument unverrückt im Wasser erhalten wird, natürlich aber sofort abläuft, wenn man die Röhre aus dem Wasser herauszieht, so ist die Beobachtung und genaue Feststellung von h unbequem und unsicher. Reichenbach verband deshalb die gebogene Röhre mit einer zweiten vertikalen geradlinigen. In letzterer steigt das Wasser naturgemäß nur bis zu dem Niveau der umgebenden Wasserfläche, denn auf sie wirkt nur das Gesetz der kommunicirenden Röhren und kein Wasserstoß. Beide Röhren sind nun ferner am oberen Ende mit Verschlüssen versehen. Diese sind offen, bis die Beobachtung vollendet ist, dann werden sie geschlossen, und nun kann der Apparat aus dem Wasser herausgezogen werden, ohne daß das Wasser aus den Röhren herausläuft. Das Ablesen des Werthes h erfolgt nun bequemer und sicherer.

Darcy's Verbesserung besteht in dem Ersatze des Reichenbachschen Verschlusses der oberen Rohrenden durch eine kleine Saugpumpe, welche — ohne die Differenz der Wasserstände in der gebogenen und der geraden Säule zu alteriren — beide höher saugt, so daß der Beobachter, ohne den Apparat aus dem Wasser zu heben, die

Differenzskala für den Werth h resp. v sich bequem in Augenhöhe bringen kann.

Die „Darcy'sche Röhre" ist besonders da bequem und zeitsparend, wo man den Wechsel der Geschwindigkeiten nach dem Wechsel der Tiefe genau beobachten will.

Da die Geschwindigkeit im Allgemeinen nach der Tiefe schnell abnimmt, meistens aber auch an der Oberfläche nicht das Maximum erreicht, sondern etwas darunter (weil unmittelbar an der Oberfläche der Widerstand der Luft etwas verzögernd wirkt), so wird es für militärische Zwecke meistens genügen, die größte Geschwindigkeit mit nur einer Beobachtung zu ermitteln. Der Hauptvortheil der Darcy'schen Röhre wird daher bei militärischen Stromgeschwindigkeits-Messungen kaum zur Geltung kommen, und es erscheint nicht überflüssig, ein Instrument zu erfinden, welches dem Zwecke genügt, dabei einfacher, billiger und widerstandsfähiger gegen unzarte Behandlung ist.

Das Prinzip der Meinecke'schen Konstruktion ist, wie ihr Urheber selbst bemerkt, das der Schnellwage (römische Wage). Wir fügen hinzu: kombinirt mit dem „Stromquadranten".

Das Prinzip des Stromquadranten ist folgendes:

Eine an einem Faden aufgehängte Kugel wirkt nur in einem gleichmäßigen Mittel, in ruhiger Luft oder in stillstehendem Wasser als Loth. Erfährt die Kugel einseitig Druck oder Stoß in einer zur Lothrechten einen Winkel bildenden Richtung, so stellt sich der Faden nothwendig in die Richtung der Diagonale des Parallelogramms der Kräfte. Von den beiden dann wirksamen Kräften ist die eine, die Gravitation, konstant; wenn zweitens auch das Mittel in welchem sich der Apparat befindet (Luft oder Wasser) dasselbe ist, so ergiebt der Winkel, den der Faden mit der Lothrechten bildet, den Einfluß der zweiten auf die Kugel wirkenden Kraft. Diese zweite Kraft ist direkt die Stoßkraft des Wassers, wenn man die Kugel am Faden in das strömende Wasser hängt.

Je nach der Länge des Fadens, der Größe der Kugel und dem spezifischen Gewicht des Materials, aus dem sie besteht (man pflegt sie etwa viermal so schwer zu machen als das verdrängte Wasser) ergiebt sich für jedes individuelle Instrument ein konstanter Faktor C; die Beziehung zwischen dem Ablenkungswinkel β und der gesuchten Geschwindigkeit ist dann:

$$v = C \sqrt{\operatorname{tng} \beta}$$

Die am Faden hängende Kugel ist mit einem Quadranten verbunden, dessen Nullpunkt mit der Lothrechten zusammenfällt. Die Eintheilung ist leicht so zu machen, daß die Geschwindigkeit nicht erst aus den abgelesenen Graden berechnet zu werden braucht, sondern direkt abgelesen werden kann.

Da das Instrument nur unter Wasser richtig zeigt, so ist das Ablesen unbequem. Es muß gleichwohl sehr genau erfolgen, denn die kleinsten Winkelwerthe haben merklichen Einfluß. Wie schwer wird z. B. zu unterscheiden sein, ob der Faden noch lothrecht hängt oder schon um zwei Grade gehoben ist! Und doch würde in letzterem Falle eine Geschwindigkeit von 0,1869 C, mithin bei einem Instrumente, bei welchem C = 2,3 wäre, eine Geschwindigkeit von 43 cm in der Sekunde vorhanden sein

Der Stromquadrant zählt mit Recht unter die veralteten Hydrometer.

Gleichwohl haben wir, von ihm ausgehend, nicht weit zu dem neuen Meinecke'schen Instrumente.

Man denke sich die Kugel des Stromquadranten statt an einem Faden, am Ende des einen Schenkels eines Winkelhebels befestigt, der im Winkelpunkte aufgehängt ist und sich um diesen drehen kann. Hängt dieser Apparat in einem gleichartigen Mittel (unbewegte Luft, stillstehendes Wasser), so wird der Schenkel, an dem sich die Kugel befindet, nicht genau lothrecht hängen, da der Schwerpunkt des zweiten, horizontalen Schenkels außerhalb der durch den Schwerpunkt der Kugel gehenden Lothrechten liegt, denn es handelt sich um einen zweiarmigen Hebel, und damit Gleichgewicht entsteht, müssen die beiderseitigen statischen Momente gleich sein. Dasjenige der einen Seite ist gleich dem Gewichte des horizontalen Winkelhebelarmes mal seinem Abstande vom Drehungspunkte; das Gewicht der anderen Seite ist die Kugel. Sie kann nicht lothrecht hängen, denn dann wäre ihr Hebelarm gleich Null, also auch ihr Moment gleich Null. Die Hebelwirkung oder das Moment des horizontalen Armes wird vermehrt: erstens, wenn sein Ende beschwert wird, weil dann sein Schwerpunkt sich vom Drehungspunkte entfernt, zweitens, indem man den Arm verlängert. Dies geschieht am einfachsten, wenn der Winkelhebel kein materiell zusammenhängender ist, sondern der horizontale Arm in einer Hülse steckt, die sich am oberen Ende des vertikalen Armes befindet und zugleich den Drehungspunkt abgiebt.

Ist nun der horizontale Winkelhebelarm so wie beschrieben eingerichtet, d. h. am freien Ende mit einem Gewicht versehen und mit dem anderen Ende durch die Hülse gesteckt, die sich am hängenden Winkelhebelarm befindet, so herrscht eine genau bestimmte Relation zwischen dem Maße, um welches der liegende Arm aus der Hülse hervorragt, und dem Winkel, um den der hängende Arm aus der Lothrechten weicht. Um den gleichen Winkel weicht der liegende Arm von der Horizontalen ab.

Irgend eine in entgegengesetzter Richtung auf die Kugel wirkende Kraft, z. B. der Druck der Hand, wird erforderlich sein, um den einen Schenkel des Winkelhebels lothrecht, den anderen horizontal zu stellen. Umgekehrt, wenn dieser Seitendruck das Gegebene ist, wird ein gewisses Maß der Länge des liegenden Hebelarmes erforderlich sein, um das Gleichgewicht zu erhalten. Wenn der liegende Hebelarm mit einer Libelle versehen ist, so zeigt diese an, ob die Horizontalstellung des liegenden Armes und somit der normale Gleichgewichtszustand erreicht ist.

Den Seitendruck auf die Kugel übt nun die Fließkraft aus, sobald man den Apparat in strömendes Wasser einsenkt. Der hängende Arm ist bei dem Meinecke'schen Instrumente etwa 0,5 m lang und soll zur Hälfte eingetaucht werden; die Kugel gelangt demnach 0,25 m unter die Wasseroberfläche und somit ungefähr in das Bereich derjenigen Wasserfäden, die — im Sinne derselben Vertikale — die größte Geschwindigkeit haben.

Mittelst eines an die Hülse für den Querstab anschließenden Handgriffs hält man den Apparat vom festgelegten Nachen, einem Bocke oder Stangengerüste aus in das Wasser und schiebt mit der anderen Hand die bewegliche Stange (den liegenden Winkelhebelarm) so lange ein oder aus, bis die Libelle einspielt. Die auf diesen verschieblichen Arm aufgetragene Skala läßt dann direkt die Geschwindigkeit ablesen.

Das Meinecke'sche Instrument ist so abgepaßt, daß, wenn die Schiebestange nahezu ganz eingeschoben ist, d. h. das cylindrische Endgewicht die Hülse beinahe berührt, die Schiebestange in sich balancirt, d. h. diesseits und jenseits des Drehungspunktes gleiche statische Momente erzeugt. Infolge dessen hängt in diesem Zustande die Kugel im Loth, der Nullpunkt an der Schiebestange berührt die Hülse, die Libelle spielt ein. Um dieses Einspielen beim Eintauchen des Apparates in fließendes Wasser zu erhalten, ist für

jede Geschwindigkeit v ein gewisses Maß des Ausziehens b erforderlich, und zwar beträgt nach des Erfinders Angabe

b =	0,100	0,109	0,134	0,177	0,236	0,313	0,406	0,517 m
für v =	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5 m

Für Werthe von b zwischen den aufgeführten ist v durch arithmetische Interpolation zu bestimmen. So würde z. B. aus b = 0,117 zu folgern sein:

$$v = 0{,}5 + \frac{0{,}117 - 0{,}109}{0{,}134 - 0{,}109} \times (1 - 0{,}5) = 0{,}5 + \frac{8}{25} \times \frac{1}{2} = 0{,}5 + 0{,}16 = 0{,}66\,\text{m}$$

Die mitgetheilten Zahlen können nur einen ungefähren Anhalt für einen gewissen Typus eines derartigen Apparates von bestimmten Abmessungen und Gewichtsverhältnissen abgeben; jedes einzelne Exemplar möchte füglich (wie es mit anderen derartigen Instrumenten, namentlich auch den verschiedenen Konstruktionen des Woltmannschen Flügels geschieht) empirisch zu graduiren sein, indem man zunächst den Skalen-Nullpunkt da einzeichnet, wo faktisch die Kugel im Loth hängt und die Libelle der verschiebbaren Stange einspielt. Sodann wäre der Apparat, an einem Gerüst zwischen zwei einander nicht zu nahe stehenden Fahrzeugen befestigt, mit gleichförmiger Geschwindigkeit durch stilles Wasser zu ziehen. Diese gleichförmige Geschwindigkeit wird am sichersten dadurch erreicht, daß man ein Tau ohne Ende über zwei Ruthenscheiben zieht, deren eine durch eine Kurbel von Arbeitern in Drehung versetzt wird. Das Tau ohne Ende liegt längs des Weges, den die Maschine, auf der das zu prüfende Instrument sich befindet, zurücklegen soll. Je nachdem das Fahrzeug die Bewegung des Taues mitmachen soll oder nicht, ist es an- oder abzukuppeln. In den Umfang derjenigen Tauscheibe, an welcher die Kurbel wirkt, sind Löcher gebohrt, in welche Dollen gesteckt werden, die, an eine bestimmte Stelle des Umkreises gelangt, auf einen federnden Hammer treffen, den sie zum Anschlagen bringen. Nahebei ist ein verstellbarer und laut taktirender Pendel (ein Mälzl'sches Metronom) aufgestellt. Die Kurbelnden gewinnen sehr leicht die Uebung, die Umdrehungsgeschwindigkeit der Tauscheibe und dadurch die Schnelligkeit der durch das Tau vermittelten Bewegung des Hydrometers — so abzupassen, daß die von ihnen hervorgerufenen Hammerschläge mit den Taktschlägen des Metronoms zusammenfallen. Wird nun letzteres auf eine gewisse

Geschwindigkeit gestellt, so ist man sicher, dieselbe Geschwindigkeit dem zu prüfenden Hydrometer zu ertheilen.

Beschreibung und Zeichnung des Meinecke'schen Strommessers befinden sich in der Schweizerischen Zeitschrift für Artillerie und Genie; März-Heft 1883.

9.

Ein Projekt zur Erhöhung der Manövrirfähigkeit der Feldartillerie.

In der italienischen Artillerie ist in jüngster Zeit der Hauptmann R. v. Clavarino mit einem neuen Projekt zur Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit und der Manövrirfähigkeit der Feldgeschütze, zum völligen Beseitigen des Rücklaufes und zur besseren Deckung der Bedienungsmannschaften an die Oeffentlichkeit getreten. Dieses Projekt ist so eigenartiger Natur, daß es in weiteren Kreisen bekannt zu werden verdient.

Um die Manövrirfähigkeit der italienischen Geschütze und Fuhrwerke der Feldartillerie zu steigern, ohne eine Vermehrung der vorhandenen Zugpferde oder eine Steigerung ihrer Zuglast hervorzurufen, schlägt der italienische Hauptmann Folgendes vor:

Geschütze wie Fuhrwerke der Batterien verlieren die Protzen und sind somit sämmtlich zweirädrig, wobei bei ihrer Konstruktion darauf gesehen werden soll, daß sie sowohl zum Vor- als auch zum Rückwärts-Einspannen eingerichtet sind. Vorder- und Mittelpferde kommen in Fortfall, dagegen besteht die Bespannung pro Geschütz oder Fuhrwerk aus drei Pferden, von denen das mittlere in der Gabel geht. Die Bespannung ist derart, daß eines oder die beiden seitlichen Pferde dem Gabelpferde vorgespannt werden können, was bei Hohlwegen oder sonstigen engen Terrainhinderniſſen zu geschehen hätte; die zu diesem Umspannen erforderliche Zeit scheint dem Projektmacher gegenüber den daraus zu erzielenden Vortheilen nicht in Betracht zu kommen. Die Fahrer sind grundsätzlich auf das links vom Gabelpferde gehende Sattelpferd verwiesen, während das

rechte Pferd einem Bedienungskanonier als Transportmittel zugewiesen ist. Bei allen Feldbatterien, sowohl den leichten Sieben-Centimetern wie den schweren Neun-Centimetern, wird die Bedienungsmannschaft beritten gemacht, was durch die überschießenden Pferde der nur mit drei Pferden bespannten Geschütze und Fuhrwerke ermöglicht werden soll.

Behufs der Einschränkung des Rücklaufes auf ein möglichst geringes Maß und um die Inanspruchnahme der Laffete beim Schießen herabzumindern, schlägt der erfindungsreiche Hauptmann folgende Laffetenkonstruktion vor: Die Laffete soll aus Ober- und Unterlaffete bestehen. Die Oberlaffete wird derartig konstruirt, daß sie durch zwei kurze Wände und eine Gabelrichtmaschine gebildet wird. Diese ganze Oberlaffete ruht auf einer Unterlaffete zwischen Vorder- und Hinterpuffer so zwar, daß sie zwischen den letzteren auf der Unterlaffete beim Schießen zurückgleiten kann. Die Unterlaffete selbst besteht aus den beiden Wänden, die die Oberlaffete tragen, der Achse, den beiden Rädern, der Gabeldeichsel und den vier Räder-sperrhaken, welch letzteren als automatische Schuß- und Fahrbremse zu dienen haben. Die Puffer der Unterlaffete sind nach dem System Belleville konstruirt, sind also mehrere auf eine Spindel gereihte, elastische Metallscheiben. An der Laffete sind ebenso Pferdeschoner angebracht, welche ganz ähnlich den Puffern nach Belleville'schem System sind. Beim Schießen ist diese Gabeldeichsel bei den Laffeten abzunehmen, was dadurch geschieht, daß sie aus den Deichselschuhen genommen wird.

Gleichzeitig mit dieser Umgestaltung des ganzen Feldartillerie-Materials beabsichtigt der italienische Hauptmann eine an der Laffete selbst angebrachte Deckung für die Bedienungsmannschaften während des Gefechtes. Dies bewirkt er dadurch, daß auf die Achse eiserne Munitionskasten gesetzt werden, deren Deckel, nach vorn aufgeschlagen, festzustellen sind. Von der Achse hängt weiter in Scharnieren ein Stahlschild herab, der beim Fahren aufgeklappt wird, und durch die Deckel und diesen Stahlschild wird nun eine Deckung für die an der Laffete arbeitenden Kanoniere erzielt, deren Deckungshöhe 1,5 m beträgt. Bei den Munitions- und sonstigen Wagen der Feldbatterie, welche ein ganz analoges Rädergestell haben, sind oberhalb der Achse Kasten für die Aufnahme der Kartuschen, unterhalb derselben solche für die Geschosse angebracht. Alle diese Kasten werden von Belleville'schen Puffern getragen.

Durch diese Einrichtung in der Konstruktion der Laffeten und Wagen erreicht der Erfinder gleich den Vortheil mit, daß die ganze Munitions-Ausrüstung vermehrt ist: beim 7 cm-Geschütz 174 Schuß, bei dem von 9 cm 142 Schuß.

Ein Urtheil über dieses Projekt geben zu wollen, muß anderen Kreisen vorbehalten bleiben; für uns genüge es, dasselbe zur allgemeinen Kenntniß gebracht zu haben.

10.

Siemens' Regenerativ-Lampen.

Zwei Siemens sind es, die Brüder Werner und Friedrich, die gegenwärtig auf Berliner Straßen das hellste Licht leuchten lassen; dem berühmten Elektriker gegenüber vertritt hierbei der jüngere Bruder das ältere Gas. Schon bevor Jener mit dem Bogenlicht in der v. Hefner-Alteneckschen Differential-Lampe sein Probejahr auf der Leipzigerstraße antrat, hatte Letzterer einige Regenerativbrenner auf dem Platze zwischen Universität und Opernhaus in Funktion gesetzt, die dort schon Vielen aufgefallen sein werden, die nur die Wirkung wahrnahmen, ohne die Ursache zu kennen. Heut wird man sagen dürfen, daß — was Lichtstärke betrifft — die Regenerativbrenner mit dem elektrischen Glühlicht sehr wohl konkurriren können. Diesem steht ihre Gasflamme auch in der Farbe ganz nahe; dieselbe ergiebt sich zufolge des nicht wirklichen Weißglühens als eine merklich gelbe, der gegenüber das viel hellere Gelb des Bogenlichtes den subjektiven Eindruck von bläulich, violett oder grünlich macht.

Die Ausnutzung der Brenn- und Leuchtstoffe läßt bekanntlich trotz aller Fortschritte der Technik noch viel zu wünschen. Verschwenderisch und obendrein lästig durch Rußniederschlag waren alle bisher gebräuchlichen Gasbrenner. Das Gas, kalt und unter starkem Druck in kalte Luft ausströmend, kann auch in der Flamme den zu vollkommener Verbrennung erforderlichen Hitzegrad nicht erreichen; es ist der Region des Glühens bald wieder entrückt und

entführt einen erheblichen Prozentſatz ſeines Kohlenſtoffs ungenutzt in die umgebende Atmoſphäre. Die Abhülfe dieſes Uebelſtandes kann nur zu einem kleinen Theile durch die beſtmögliche Regulirung des Drucks erzielt werden; denn wenn man vermeiden will, das Gas zu ſchnell durch die Glühregion zu treiben, giebt man ihm leicht zu wenig Impuls, und es fehlt an Zufuhr. Ein ſehr glücklicher Gedanke war es, die vollkommnere Verbrennung durch vorhergehende Erwärmung ſowohl des Leuchtgaſes als der zugeführten atmoſphäriſchen Luft zu erreichen.

Dieſe Vorwärmung iſt in folgender Art erreicht.

Das vertikale Rohr, welches das Gas zuführt, geht in einen mit dem Rande nach oben gerichteten doppelwandigen glockenförmigen Körper über. Der Hohlraum dieſer Glocke bildet die „innere Regeneratorkammer“, in welche nachmals die Verbrennungsprodukte gelangen, die von da durch ein beliebig geſtaltetes Abzugsrohr entweichen. Das Gas hat vorläufig noch keinen Zugang zu dieſem Innenraum, ſteigt vielmehr zwiſchen den concentriſchen Wänden der Glocke empor und geht an deren oberem Rande in ein die Form eines Cylindermantels darſtellendes Bündel feiner Röhrchen über. Concentriſch zu dieſem Röhrenbündel ſteigt die innere Glockenwand cylindriſch auf und trägt in ihrem oberen Theile einen ebenfalls cylindriſchen Porzellankörper. Dieſe Cylinderwand aus Porzellan müſſen die aus den einzelnen Röhrchen des Bündels aufſteigenden Gasſtrömchen, ſich ebenfalls zu einem Cylindermantel vereinigend, umſchließen, müſſen an dem oberen Rande des Porzellancylinders nach innen umbiegen und ſo in den oben erwähnten Innenraum, die innere Regulatorkammer, treten. Es leuchtet ein, daß nach wenig Augenblicken Brennens die glockenförmige Innenwand der Regulatorkammer heiß und dadurch zum Wärmofen für das neu zuſtrömende, den Hohlraum zwiſchen den beiden Glockenwänden paſſirende Gas wird.

Der oben beſchriebene hohle Kern des Apparates iſt nun weiterhin von zwei concentriſchen Metallhülſen umſchloſſen, durch welche die „äußeren Regeneratorkammern“ als cylindermantelförmige Hohlräume gebildet werden. Die Erwärmung des Apparates, die von der abziehenden heißen Luft ausgeht, erſtreckt ſich durch Vermittelung der erwärmten Wände der inneren bis auf die äußeren Regeneratorkammern. Dieſe Erwärmung ſaugt atmoſphäriſche Luft unten an, erwärmt ſie und läßt ſie oben den

dort austretenden Flammenwulst umspielen und mit Sauerstoff sein Glühen nähren.

Die Apparate kommen in zwei Typen zur Ausführung, die sich durch die Führung des Abzugsrohrs unterscheiden. Bei dem einen Typus ist dasselbe ein engerer Cylinder in der vertikalen Achse des ganzen Apparates, der innerhalb des Porzellan- und Metallcylinders der inneren Regeneratorkammer ungefähr bis zu deren halber Höhe, d. h. bis dahin, wo die Glockenform beginnt, eintaucht. Bei dem zweiten Typus setzt das Abzugsrohr an der letztbezeichneten Stelle, d. h. in halber Höhe der inneren Regulatorkammer, an und führt, erst seitlich, dann aufwärts gebogen, aus der Laterne hinaus ins Freie. Bei dem ersten Typus dürfte die durch Erwärmung erzeugte Ansaugung oder Aspiration vollkommen gleichmäßig und harmonisch verlaufen; der zweite Typus hat den Vortheil, daß der leuchtende Flammenwulst die Krone des ganzen Apparates bildet und einen reicheren Lichteffekt hervorbringt. Der erste Typus wird für die größeren Brenner in Anwendung gebracht. Es werden als größte Nummer solche von 2000 Normalkerzen Leuchtkraft hergestellt, während ein gewöhnlicher Schnittbrenner der Straßenlaternen nur 19 Normalkerzen gleichwerthig ist. Es wird behauptet, daß ein 2000-Kerzen-Brenner pro Stunde 7000 l Gas verzehrt; um gleiche Lichtstärke mit gewöhnlichen Brennern zu erzielen, seien 17 500 l pro Stunde, also das $2^1/_2$fache erforderlich. Die kleinste Nummer — Leuchtkraft von 40—50 Normalkerzen — konsumirt 250—300 l pro Stunde, während gleicher Effekt mit gewöhnlichen Brennern erst durch den Aufwand von 420 l erreicht würde. Die Lichtstärke der zu Berliner Straßenlaternen verwendeten Siemens-Brenner soll 120—130 Normalkerzen betragen.

Auch in der ruhigen Haltung der Flamme des Siemens-Brenners liegt eine angenehme Aehnlichkeit mit dem stillen Glanze des elektrischen Glühlichts, während die unschön geformte, an ein zerrissenes Blatt erinnernde, in ihrem zackigen Saum stets zuckende, vom Winde bewegte Schnittbrenner-Flamme dem Auge nicht wohlthut.

Ob und wie lange das Leuchtgas sich neben dem elektrischen Lichte behaupten wird, muß dahingestellt bleiben; es hat jedenfalls in dem Regenerativ-Brenner einen tüchtigen Kämpen gestellt. S.

11.

Telegraphiren mittelst erleuchteten Ballons.

Bekanntlich hat in Frankreich die Aeronautik von jeher Gunst und Pflege gefunden. Durch die großen Dienste, die der Ballon dem eingeschlossenen Paris geleistet hat, ist jene Vorliebe neu belebt und gesteigert worden. Neuerdings haben Versuche stattgefunden, dem Ballon captif einen neuen Dienstzweig, den der Telegraphie, zuzuweisen. Ein Ballon von festem aber dünnem, gut durchscheinendem Papier, 2 m im Durchmesser, enthält im Innern eine Glühlichtlampe. Die Stromleitung erfolgt durch zwei in das Halteseil eingeflochtene Kupferdrähte. Die Füllung des Ballons besteht, damit derselbe bei seiner geringen Größe genügende Steigkraft gewinnt, aus reinem Wasserstoff. Der elektrische Strom wird durch jede beliebige Dynamo-Maschine oder auch jeden andern Stromerzeuger beschafft. Sobald Stromschluß erfolgt, erglüht der Kohlenfaden in der Lampe und macht den ganzen Ballon zur leuchtenden Kugel. Da Stromschluß und Stromunterbrechung in jedem beliebigen Rhythmus Aufleuchten und Verlöschen zur Folge haben, so kann man Depeschen nach dem ins Leuchtende übersetzten Morse-Alphabet telegraphiren.

Die Zeitschrift „Engineering“, der diese Notiz entstammt, sagt nichts darüber, wie weit die elektrische Papierlaterne geleuchtet hat. Von vornherein kann man große Leuchtkraft nicht erwarten, wenn eine Swansche Glühlichtlampe ihr Licht auf eine Oberfläche von fast 13 qm vertheilt. Dieses Bedenken ist aber nur untergeordnet und läßt sich leicht erledigen, indem man nöthigenfalls die Zahl der Glühlichter vermehrt und den Ballon vergrößert, bis die gewünschte Tragweite erzielt ist. Ein großer Vortheil der Anordnung liegt in der die Weitsichtbarkeit begünstigenden Erhebung des Lichtes. Der Gedanke erscheint jedenfalls lebensfähig. Explosionsgefahr ist bei der Genauigkeit und Zuverlässigkeit, mit welcher jetzt bereits die Glühlichtlampen hergestellt werden, kaum vorhanden; schließlich würde, da der Ballon allein aufsteigt, schlimmstenfalls Ballon und Lampe verloren gehen und das Telegraphiren unterbrochen werden.

Literatur.

Bei Ernſt Siegfried Mittler und Sohn, Berlin, Kochſtraße 69. 70, erſchienen ſoeben zwei Bücher, auf welche ihre Leſer von der Feldartillerie aufmerkſam zu machen die Redaktion nicht unterlaſſen will:

8.

1. Zuſammenſtellung der über Verwaltung, Aufbewahrung und Inſtandhaltung des Materials einer Feldbatterie C/73 gegebenen Beſtimmungen von Richter, Hauptmann und Batteriechef im Thüringiſchen Feldartillerie-Regiment Nr. 19. Preis Mark 3,—.

Auf 172 Seiten und 1 Tafel mit Abbildungen giebt die Zuſammenſtellung ein nach jeder Richtung ihres Titels völlig erſchöpfendes Material. Der Herr Verfaſſer hat in dankenswertheſter Art die Aufgabe gelöſt, den mit der Verwaltung des Materials betrauten Offizier des Nachſchlagens nach den vielen bezüglichen Beſtimmungen in mehrfachen Vorſchriften und Aktenſtücken, welche außerdem bei Vornahme der Reviſionen, Reparaturen, bei Verſendungen und bei der Mobilmachung nicht immer ſogleich zur Hand ſind, zu entheben. Die bezüglichen Auszüge aus den gültigen Vorſchriften und die Erlaſſe der Behörden bis auf die neueſte Zeit ſind deshalb, ſoweit ſie in den Rahmen der Arbeit gehören, im Wortlaut wiedergegeben. Das Erſcheinen dieſer zweiten Auflage, welche als ſolche auf dem Titel nicht angegeben iſt, nach kurzer Zeit iſt ein Beweis für die Anerkennung, welche die Brauchbarkeit des Werkes in den betheiligten Kreiſen gewonnen hat, und kann daſſelbe nur beſtens empfohlen werden.

2. Der Batterie-Dienſt. Ein Handbuch über den inneren Dienſt, die Verwaltung und Ausbildung der Friedens-Batterie für den Batteriechef und ſolche Offiziere, welche ihn zu vertreten haben. Unter Berückſichtigung der neueſten Beſtimmungen zuſammengeſtellt von Arnold, Oberſt z. D. Preis Mark 3,60.

Während die Infanterie ſchon längſt eine Anzahl derartiger Hilfsbücher beſitzt, unter denen der „Kompagnie-Dienſt" von Müller aus demſelben Verlage, der bereits in der 3. Auflage erſchienen, obenan ſteht, entbehrte unſere Waffe trotz des dringenden Bedürfniſſes vieler älteren Premierlieutenants und jüngeren Batteriechefs und auch beſonders ſolcher älteren, welche längere Zeit dem praktiſchen Dienſt entzogen waren, noch immer eines Rathgebers bei der Erfüllung der vielen Pflichten, welche die Führung einer Batterie auferlegt. Es iſt daher dankbar anzuerkennen, daß der Herr Verfaſſer aus dem reichen Schatze ſeiner langjährigen Erfahrungen bewährte Maßregeln und praktiſche Rathſchläge mit dem, was Vorſchrift iſt, in Verbindung gebracht und in dem „Batterie-Dienſt" niedergelegt hat. Aus den Reglements ꝛc. wurde nur das hauptſächlich Beachtenswerthe hervorgehoben und auf das Wichtigſte hingewieſen, um den Batteriechef bei den Aufgaben für ſeine Thätigkeit in der Ausbildung der Batterie durch die verſchiedenen Perioden des ganzen Uebungsjahres zu begleiten, deſſen Eintheilung ſich der jetzt üblichen in allen weſentlichen Punkten anſchließt. Durch dieſe Beſchränkung in den Angaben wird dem Batteriechef gerade das geboten, was er täglich gebraucht, und durch die Zuſätze vieles Nützliche, was ſonſt nirgends zu finden iſt.

9.

Das Infanterie-Gewehr. Eine techniſch-balliſtiſche Studie von Ewald Thiel, Major a. D. Mit 11 Figuren im Holzſchnitt und 3 Tafeln. Bonn 1883. Max Cohen u. Sohn. Preis M. 2,80.

Das Streben nach Erkenntniß der balliſtiſchen und techniſchen Grundlagen für die Konſtruktion der Handfeuerwaffen iſt in den letzten fünfzehn Jahren ein ſehr reges geworden und hat ſich in der letzten Zeit auch in die weiteſten Kreiſe verbreitet.

Viele bei den vorhandenen Handfeuerwaffen auftretenden Anomalien lassen sich in keiner Weise in den Rahmen der bewährten, bei Geschützen allgemein gültig anerkannten Konstruktionsprinzipien einfügen, und an einer Erklärung dieser abweichenden Erscheinungen fehlte es bisher offenbar gänzlich. Auf Grund von Anregungen und Aufschlüssen, welche dem Verfasser durch die einschlägige Literatur und Vorschriften, durch den Verkehr mit Kameraden, welche an der Sache ein gleiches Interesse hatten, sowie durch den mehrwöchentlichen Besuch der Militär-Schießschule in Spandau wurden, hat derselbe Versuche angestellt, welche ihm Aufschluß über die Sachlage zu geben im Stande waren, den er sonst nicht finden konnte. Das Resultat dieser Versuche und der darauf basirenden Studien hat der Verfasser in einer fast erschöpfenden Behandlung des Stoffes in den Rahmen eines einheitlichen Gedankenganges untergebracht und dadurch für das Gebäude einer umfassenden Ballistik der Handfeuerwaffen viel brauchbares Material gesammelt, so daß sein Werk viel Licht in diese für die Allgemeinheit ziemlich dunkelen Regionen zu verbreiten im Stande ist.

10.

Strategisch-taktische Aufgaben nebst Lösungen. Aus der allgemeinen illustrirten Militär-Zeitung des Jahrgangs 1882. Mit 2 Plänen. Hannover 1883. Helwing'sche Verlagsbuchhandlung. 50 Seiten gr. 8°. Preis M. 1,50.

Die vorliegende Sammlung der im vergangenen Jahre in der oben genannten Militär-Zeitung erschienenen strategisch-taktischen Aufgaben nebst Lösungen bietet auch für Nichtabonnenten dieser Zeitschrift Gelegenheit zum Selbststudium und zur Uebung im Lösen derartiger Aufgaben und wird somit namentlich in kleineren Garnisonen sehr willkommen sein.

Der Umstand, daß diese Aufgaben sämmtlich ins Gebiet der höheren Truppenführung (etwa einer Division) fallen, wird unserer Ansicht nach ihrer weiteren Verbreitung insofern etwas hinderlich sein, als hierdurch eine große Anzahl von Kameraden, deren Vorstudien sie noch nicht so weit geführt haben, sich an die Lösung

derartiger Aufgaben wagen zu können, von ihrer Benutzung ausgeschlossen wird, und wir glauben, daß gerade in diesen Kreisen das größte Bedürfniß nach einem derartigen Werke vorhanden ist.

Es ist daher sehr anerkennenswerth, daß in der Vorrede zu dem vorliegenden Heft die Ausdehnung der Aufgaben auf das Gebiet der niederen Truppenführung in Aussicht gestellt wird, und wir glauben, daß diese überall eine sehr günstige Aufnahme finden und Vielen von großem Nutzen sein werden.

11.

Der Hufschmied. Zeitschrift für das gesammte Hufbeschlagswesen. Redigirt von A. Lungwitz, Lehrer des theoretischen und prakt. Hufbeschlages an der Kgl. Thierarzneischule in Dresden. Verlag von G. Schönfeld in Dresden.

Die Zeitschrift ist neu begründet. Es soll monatlich eine Nummer erscheinen (Nr. 1 ist einen Bogen stark); das Jahresabonnement beträgt 3 Mark.

Den Redacteur nennt die „Zeitschrift für Thiermedicin" „einen der hervorragendsten und zugleich praktischsten Männer des Hufbeschlages". Derselbe hat in der kürzlich erschienenen 5. Auflage des rühmlich bekannten Werkes „der Fuß des Pferdes", von Leisering und Hartmann, den zweiten, den Hufbeschlag behandelnden Theil bearbeitet.

Die Redaction des neuen Unternehmens ist demnach in guten Händen und verdient Vertrauen. Die Mitwirkung hervorragender Fachgenossen wird versprochen. Der schlesische Standesherr Graf Einsiedel, bekannt als eifriger Förderer des rationellen Hufbeschlages, giebt dem neuen Fachblatte seine Empfehlung auf den Weg.

Die Probenummer enthält Artikel:

über einen Ektasimeter, d. h. einen (durch Zeichnungen sehr deutlich gemachten) Apparat zu genauer Messung der Verbreiterung der hinteren Enden des Trachtentragrandes des die Körperlast aufnehmenden Fußes;

über Schutzmittel gegen das Einballen des Schnees;

über das Ewerlöffſche Inſtrument zum Maßnehmen für Hufeiſen u. ſ. w.

Wenn die neue Zeitſchrift ihrem Programm gerecht wird, verſpricht ſie jedem Pferdebeſitzer für einen ſehr geringen Preis mancherlei Anregung und Belehrung; es empfiehlt ſich alſo wohl, es mit ihr zu verſuchen. Bei genügender Unterſtützung durch Leſer und Beiträge Liefernde kann ſie ſich recht nützlich machen.

12.

A. G. Greenhill. M. A. Professor of Mathematics to the Advanced Class of Artillery Officers. — On the motion of a projectile in a resisting medium. — Woolwich 1882. (32 Seiten.)

Die mathematiſche Darſtellung der Bewegung eines Geſchoſſes in der Luft unter Vorausſetzung conſtanter Schwerkraft und eines nur von der Geſchwindigkeit abhängenden tangentialen Widerſtandes, das ſogenannte balliſtiſche Problem, iſt, wenn der Widerſtand irgend einer Potenz der Geſchwindigkeit proportional iſt, inſoweit durchführbar, als ſich alle Größen, um deren Berechnung es ſich handelt, in Form von Integralen darſtellen laſſen. Die Schwierigkeit und Unbequemlichkeit liegt darin, daß dieſe Integrale außer bei linearem Widerſtande nicht in geſchloſſener Form durch die ſogenannten Elementarfunktionen ausgedrückt werden können. Man iſt deshalb genöthigt, ſie in Reihen zu entwickeln, deren Convergenz in gewiſſen Fällen ſo gering iſt, daß man ſehr viele Glieder berückſichtigen muß, oder ſogenannte mechaniſche Quadraturen anzuwenden, was auch umſtändliche Rechnungen nöthig macht. Verhältnißmäßig einfach iſt die Sache noch, wenn der Widerſtand einer ungeraden Potenz der Geſchwindigkeit proportional iſt, und hiervon iſt wieder, abgeſehen von dem bereits beſprochenen Falle des linearen der des kubiſchen Widerſtandes der einfachſte. Für kubiſchen Widerſtand wird man nämlich auf ſogenannte elliptiſche Integrale und in der weiteren Umformung auf „Jacobiſche“ Funktionen geführt. Dies iſt aber deswegen von nicht zu unterſchätzender Bedeutung, als die

von Legendre begründete Theorie der elliptischen Integrale und die großartigen Schöpfungen Jacobis und Abels, die Theorie der elliptischen und Thetafunktionen, zu Reihen von außerordentlich starker Convergenz führt, welche praktisch wie geschlossene Ausdrücke betrachtet werden können, weil man zwei, höchstens drei Glieder derselben braucht, um die Werthe mit überaus großer Genauigkeit zu erhalten. Da andererseits das kubische Widerstandsgesetz in vielen Fällen sehr gut mit der Erfahrung übereinstimmt, so muß eine vollständige Durchführung der Untersuchung für dieses Widerstandsgesetz von besonderem Interesse sein.

Nichts desto weniger haben sich bisher weder die Ballistiker noch die Mathematiker, soweit dem Referenten bekannt ist, entschlossen, die Theorie der elliptischen Funktionen für dieses spezielle Problem zu verwerthen, wohl einerseits, weil man die Wichtigkeit des kubischen Widerstandsgesetzes erst neuerdings genügend erkannt hat, andererseits, weil man die Komplizirtheit der Rechnung scheute, während in der That für die relativ geringeren Anfangsgeschwindigkeiten und Wurfweiten die gewöhnlichen Potenzreihen-Entwickelungen genügten, welche bei Weitem elementarerer Natur sind.

Da indessen bei größeren Anfangsgeschwindigkeiten das Bedürfniß nach gut convergirenden Entwickelungen immer dringender wird, selbst wenn sie etwas mehr Rechnungsaufwand erfordern, so blieb es immerhin wünschenswerth, zu untersuchen, was die Theorie der elliptischen Funktionen für das kubische Widerstandsgesetz leisten könne.

In dem vorliegenden Aufsatz, welchem, nach der Ueberschrift Chapter I. zu schließen, weitere Veröffentlichungen folgen sollen, hat nun Herr Greenhill diese Untersuchung vollständig durchgeführt. Er gelangt durch eine Reihe geschickter und zum Theil schwieriger Reduktionen zur Darstellung des Richtungswinkels der Tangente, der Ordinate und der Zeit für jede gegebene Abscisse durch Jacobi'sche Funktionen (Thetafunktionen), also in Ausdrücken, welche praktisch als geschlossene zu betrachten sind. Theoretisch ist dieses Resultat insofern von großem Werth, als es ein neues, vollkommen durchgeführtes Beispiel der Theorie der elliptischen Funktionen liefert. Für praktisch ballistische Zwecke aber sind die Resultate zunächst noch wenig brauchbar. Denn nur die Formel für $p = \operatorname{tg} \psi$, wo ψ den Richtungswinkel der Tangente bedeutet, als Funktion der Abscisse x, oder umgekehrt, ist verhältnißmäßig einfach, aber

diese ist praktisch leicht zu entbehren, weil sich dafür eine einfache Tabelle entwerfen läßt. Dagegen sind die Formeln für die Ordinate y und die Zeit t so außerordentlich umständlich, daß sie kaum praktisch verwerthet werden können, wie dies übrigens der Herr Verfasser selbst zugiebt. Und gerade auf diese Formeln kommt es an, weil diese Werthe sich nur schwer in Tabellen bringen lassen, infolge des Umstandes, daß man es hier wesentlich mit Funktionen der zwei unabhängigen Variablen x und a zu thun hat, welche sich nicht, wie der Ausdruck für p, auf zwei Funktionen je einer Variablen zurückführen lassen. Von praktischer Bedeutung würde die Arbeit erst werden, wenn es gelingen sollte, die Resultate auf eine bedeutend einfachere Form zu bringen.

Für ballistische Rechnungen weist der Herr Verfasser auf die Arbeit des Herrn Bashford mit dem Titel motion of projectiles hin, welche u. A. Tabellen über die durch Quadraturen ermittelten Werthe der fraglichen Integrale enthält.

Auch der vorliegenden Arbeit selbst sind drei Tabellen beigefügt, welche von Herrn Capt. P. A. Mac Mahon R. A. berechnet sind. Die erste ist zu benutzen bei der experimentellen Bestimmung der Widerstandsconstante mittelst des Bashford'schen Chronographen, während die beiden anderen als Hülfsmittel bei der Durchführung gewisser mit der vorliegenden Arbeit direkt zusammenhängender Rechnungen dienen.

Ein Eingehen in das Detail der Rechnung, zu deren Verständniß eine vollständige Bekanntschaft mit der Theorie der elliptischen Funktionen erforderlich ist, würde ohne Wiedergabe der ganzen Arbeit unmöglich sein; selbst eine Angabe der Schlußresultate müssen wir uns versagen, weil sie einen zu großen Raum beanspruchen würde. Nur den Grundgedanken der Entwickelung können wir kurz andeuten.

Bedeuten x, y die rechtwinkligen Coordinaten des Geschosses, und ist die negative Ordinatenaxe die Richtung der Schwere, ist die Verzögerung durch den Luftwiderstand bei der Geschwindigkeit v gleich $b v^3$, wo die Luftwiderstandsconstante b in der Form $\frac{g}{w^3}$ geschrieben werden kann, so daß die Constante $w = \sqrt{\frac{g}{b}}$ ist; ist ferner $p = \operatorname{tg} \psi$ der Tangens des Richtungswinkels der Tangente der Bahn; wird endlich der Coordinatenanfang nach demjenigen

Punkte zurückgelegt, für welchen die Geschwindigkeit unendlich groß ist, und ist für diesen Punkt $p = a$, so gelten bekanntlich die Formeln:

$$t = \frac{w}{g}\int_p^a \frac{dp}{(3a + a^2 - 3p - p^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$x = \frac{w^2}{g}\int_p^a \frac{dp}{(3a + a^2 - 3p - p^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$y = \frac{w^2}{g}\int_p^a \frac{p\,dp}{(3a + a^2 - 3p - p^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Die Constante w, welche außer a hierin auftritt, hat folgende Bedeutung. Sie ist die finale Geschwindigkeit; d. h. diejenige Geschwindigkeit, mit welcher sich das Geschoß gleichförmig senkrecht abwärts bewegen kann, weil in diesem Falle die Schwerkraft und der Luftwiderstand sich gegenseitig aufheben. Dieser Bewegung aber strebt das Geschoß bei jedem beliebigen Anfangszustande zu, indem es sich schließlich der vertikalen Asymptote unendlich nähert, während seine Bewegung immer mehr gleichförmig wird und die Geschwindigkeit v dem Grenzwerth w zustrebt.

Durch die Substitution $3a + a^3 - 3p - p^3 = (a - p)^3 z^3$ gehen die drei oben aufgeführten Integrale in elliptische über, welche durch die weitere Substitution $(z - b) = b\sqrt{3}\,\frac{1 + \cos\varphi}{1 - \cos\varphi}$, wo $b^3 = \frac{4 + a^3}{4 + 4a^3}$ ist, in die Legendre'sche Normalform gebracht werden. Der Modul wird alsdann $k = \sin 15°$. Der Werth von x stellt sich als elliptisches Integral erster Gattung dar, die beiden anderen als solche dritter Gattung. Sieht man dann die der Abscisse x proportionale Größe

$$\frac{(4 + a^3)^{\frac{1}{6}}\,(4 + 4a^3)^{\frac{1}{6}}}{3^{\frac{1}{4}}}\,\frac{gx}{w^2}$$

als unabhängige Variable an, so lassen sich y und t durch Jacobi'sche Funktionen darstellen.

Dr. F. August, Professor.

13.

A. Quillet-St. Ange. Le camp retranché de Paris. Paris 1882. Paul Ollendorf.

Die aus der kriegsluſtigen Stimmung von 1840 hervorgegangene Befeſtigung von Paris hatte der Stadt eine geſchloſſene Umwallung von 94 baſtionirten Fronten und einen Fortgürtel von 55 km Umfang gegeben.

1870 erwies ſich dieſe großartige fortifikatoriſche Anlage doch nicht groß genug; es gelang den deutſchen Truppen, den Platz einzuſchließen, Entſatz zu verhindern und die Blokade aufrecht zu erhalten, bis der Hunger zur Kapitulation zwang.

Die ſeitdem ausgeführten neuen Befeſtigungen bedecken eine Bodenfläche, die in weſtöſtlicher Richtung rund 45 km, in ſüdnördlicher 34 km mißt; die dieſen Achſen entſprechende Ellipſe hat eine Peripherie von 124 km, alſo ungefähr das $2^1/_4$fache des früheren Fort-Gürtels.

Der Verfaſſer der oben genannten ſtrategiſch-fortifikatoriſchen Studie hat die Anſicht, daß die Vergrößerung der Befeſtigung von Paris den Platz gegen eine Wiederholung der 1870/71 gelungenen Angriffsweiſe nicht ſicherſtellt; der Angreifer brauche nur 100 000 Mann mehr auf die Einſchließung zu verwenden.

Der Verfaſſer ſetzt voraus, daß der Angreifer von damals auch derjenige der Zukunft iſt: übermächtig zu Lande, aber nicht ebenbürtig, namentlich nicht der Offenſive fähig zu Waſſer. Es muß alſo Paris mit der Küſte in Verbindung gebracht und dieſe Verbindung ſichergeſtellt werden; dann iſt die Verbindung mit den vom Feinde nicht beſetzten Landestheilen zur See möglich, Paris kann nicht mehr völlig eingeſchloſſen und der Zufuhr beraubt werden.

Der geeignetſte Küſtenanſchluß iſt Havre. Die Verbindung ſtellen Forts her im mittleren Abſtande von 12 km. Das linke Seine-Ufer begleiten deren 13; das letzte etwas oberhalb Quillebeuf da wo die Seine ſich meerbuſenartig erweitert. Auf dem rechten Seine-Ufer knüpft die Kette an den Rayon des Fort Cormeil, des weiteſt vorgeſchobenen der neuen Befeſtigung von Paris. Sich dicht am Fluſſe haltend, folgen ſich hier zunächſt 12 Forts bis Rouen. Durch Umwallung dieſer Stadt wird hier ein gegen gewaltſamen Angriff geſicherter größerer Zwiſchen- und Stützpunkt

geschaffen. Neun weitere Forts führen den Anschluß an die Küste (St. Jouin, nördlich von Havre) herbei; Havre selbst ist wie Rouen zu behandeln.

Das so gebildete verschanzte Lager, dessen Kopf Paris und dessen Schwanzende Havre darstellt, hat rund 180 km Länge; die Breite schwankt zwischen 13 und 35 km. Die größte Breite entsteht unterhalb Rouen, da von hier ab die Kette der Forts, um die Eisenbahn sicher zu stellen, einen nach Norden konvexen Bogen bildet.

Die Forts sollen je 80—100 Geschütze erhalten. An Vertheidigern werden veranschlagt: für die Forts und Zwischenwerke 80 000, für Rouen und Havre 60 000; außerdem ein mobiles Korps von 78 000 Mann und 150 Geschützen. Im Ganzen 218 000 Mann und 3000—4000 Geschütze.

In zwei „Annexen" erläutert der Verfasser zwei fortifikatorisch-artilleristisch interessante Einzelheiten: einen ortsveränderlichen Panzer-Geschützstand (batterie de rempart cuirassée mobile) und ein Kreis-Fort mit polygonalem Graben (Ouvrage circulaire à fossé polygonal).

Die Panzerthürme befriedigen den Verfasser nicht, er glaubt nicht, daß ihr subtiler Drehmechanismus einem auf sie concentrirten feindlichen Feuer lange zu widerstehen vermögen werde. Wie die Drehthürme, dieses jüngste fortifikatorische Bauwerk, von der wenig älteren Eisenbahntechnik die Drehscheibe entlehnt haben, so will der Verfasser die Schiebebühne nachahmen. Sein ortsbeweglicher Geschützstand ruht mit 9 Blockrad-Paaren auf einem genügend soliden Schienengeleise längs der Brustwehr, in welcher Ausschnitte mit hohen Anschüttungen wechseln. Auf den 9 Radachsen ruhen 2 eiserne Lang-, auf diesen 19 eiserne Querschwellen; auf diesen die Geschützbettung aus kiefernen Bohlen, 13 m lang, 5 m breit. Die Radachsen stehen demnach nur 1,4 m auseinander.

Als Schutzwehr dient der in bekannter Weise hergestellte Panzer, der hier die Form eines gedrückten Viertel-Cylindermantels annimmt. Letzterer besteht, von der Bettung an gerechnet, aus 80 Grad mit dem Halbmesser von 2,5 m; der Rest mit dem Halbmesser von 8,45 m. Die Rückseite des Standes ist offen.

Jeder dieser Stände wird mit 3 Geschützen besetzt, etwa dem 10 cm Gußstahl-Marinegeschütz, Modell 1875, oder auch mit 120-, 135-, 155 mm-Geschützen; das erste Geschütz, 2,25 m von

der einen Schmalseite der Plattform entfernt, die Geschütze 3,5 m untereinander abstehend; der Rest des Platzes $13 - (2 \times (2{,}25 + 3{,}5) = 1{,}5$ wird von dem „Motor" eingenommen. Das Gesammtgewicht des armirten Geschützstandes veranschlagt der Verfasser auf 115 000 kg und ist der Ansicht, daß die durch dieses Gewicht erzeugte Reibung und Adhäsion mit einer Maschine von 10 Pferdestärken sicher zu bewältigen sein wird.

Bei dem angenommenen Gewichte drückt jedes Rad mit $\frac{115000}{18}$ = rund 6400 kg auf die Schienen. Im Eisenbahnbau nimmt man 7000 kg als Maximaldruck an; der Verfasser wird hiernach für seine verschiebbaren Geschützstände ein sehr solides Geleis brauchen.

Die im zweiten Anhange erörterte Schanzen-Grundrißform ist in der Hauptsache kein neuer Vorschlag. Zuletzt sind Kreis-Redouten von den Türken (nach Entwürfen von Bluhm-Pascha) im Balkan und bei der provisorischen Befestigung von Adrianopel zur Anwendung gebracht worden. Ueber die specielle Ausbildung des Gedankens durch den Verfasser der in Besprechung stehenden Studie werden folgende Angaben orientiren.

Die Größe des einzelnen Forts wird von der Bedeutung des Werkes, namentlich der dadurch bedingten Geschützzahl abhängig zu machen sein.

Der Verfasser baut, wie wir gesehen haben, 13 m lange Geschützstände zu je 3 Geschützen. Ein solcher Stand soll, je nachdem er aktiv ist oder sich dem übermächtigen Feuer des Angreifers entzieht, in einer Lücke oder hinter einer Anschüttung stehen; er braucht also mindestens $2 \times 13 = 26$ laufende Meter Feuerlinie. Die Peripherie eines Kreises von 250 m Halbmesser (einen solchen wählt der Verfasser als Beispiel) mißt $500 \times \pi$ = rund 1570 m, gewährt also $\frac{1570}{26}$ = rund 60 fahrbaren Geschützständen Aufstellungsraum. Nach der Zeichnung des Verfassers zu schließen, scheint der Abstand von Mitte zu Mitte der Lücken nicht 26, sondern 28 m betragen zu sollen; die kreisförmige Batterie-Brustwehr von 250 m Halbmesser würde dann deren 50 erhalten. Dieser Ringwall — hinter dem die Ringbahn für die fahrbaren Geschützstände umläuft — hat 6 m Kronenbreite, liegt in der Crête 7,5 m über dem natürlichen Terrain und ist 5 m

hoch, das Geleis liegt demnach 2,5 m über Terrain. Ein zweiter Ringwall liegt concentrisch zum ersten, 21 m einwärts, seine Feuerlinie 12 m über Terrain. Der innere Wallgang ist 13 m breit, seine Hinterkante 3 m tiefer als die Crête. Eine doppelte Terrassirung der inneren Brustwehrböschung bietet zunächst ein Infanterie-Bankett, und wenn und wo dieses abgestochen wird, eine unbedeckte Geschützbank.

Der Fuß der äußeren Brustwehrböschung des vorderen Ringwalles bildet die äußerste und größte Kreislinie. Die nächste Linie des Tracés nach außen zu ist der Escarpenrand, der ein Polygon (bei dem gewählten Beispiele ein Sechseck, dessen Seiten 330 m) bildet. Die Zone zwischen jenem Kreise und diesem Polygon ist etwa 4,5 m unter das natürliche Terrain versenkt. Die Sohle des 11,5 m breiten Grabens liegt 10—12 m unter Terrain. Die Escarpe hat ein Revêtement en décharge zur Bekleidung des Absatzes zwischen Grabensohle und versenkter Berme (wie man die Zone zwischen Escarpenrand und Brustwehrfuß, zwischen Polygon und Kreis wohl nennen könnte) und darauf noch eine freistehende Mauer von 2,3 m Höhe, deren Firste demnach noch 4,5 — 2,3 = 2,2 m unter Terrain liegt.

Die Contrescarpe hat eine Bekleidungsmauer, deren Cordon an den Polygonecken vor den Caponièren rund 1 m über Terrain liegt. Darüber so viel Erde, daß die Glaciscrête 1,7 m über Terrain liegt. Ein gedeckter Weg ist nicht vorhanden.

Die angeführten Maße zeigen, daß der Verfasser es nicht hat fehlen lassen, seinen Kreis-Redouten Relief zu geben: der Höhenunterschied zwischen der höchsten Feuerlinie und der tiefsten Grabensohle beträgt 24 m.

Der Verfasser überschlägt die Baukosten für ein solches Werk auf rund 2 Millionen Francs, sein Artilleriematerial auf 1,2 Millionen.

Der Verfasser schließt mit den Worten:

„Der Gesammtaufwand eines Kreis-Forts von 250 m Radius mit Sechseck-Graben, einschließlich seiner artilleristischen Ausrüstung, wird die Ziffer von 3 200 000 Francs nicht übersteigen."

Nach dieser Wendung zu schließen, scheint der Verfasser die Ausgabe durchaus nicht auffallend groß zu finden.

Der erste Kosten-Ueberschlag für die Befestigungs-Erweiterung von Paris betrug rund 60 000 000 Francs; der Anschluß von

Paris an die Seeküſte würde — abgeſehen von den Koſten für die Befeſtigung von Rouen und Havre — nach dem Projekte Quillet-St. Ange nur noch 34 × 3,2 = rund 135 Millionen in Anſpruch nehmen. R.

14.

Breymann, Allgemeine Bau-Konſtruktionslehre, mit beſonderer Beziehung auf das Hochbauweſen. Komplet in 4 Bänden. 72 Mark. Leipzig 1883. J. M. Gebhardts Verlag. Die Bände ſind einzeln käuflich. (In Lieferungen à Mark 1,50.)

Nur Wenige unter denen, die jetzt in Deutſchland bauen, und Keiner von denen, die noch beim Lernen ſind, erinnert ſich des erſten Auftretens der Breymannſchen Konſtruktionslehre, denn die 3 Bände der erſten Auflage — Stein, Holz, Eiſen — ſind 1849, 1851, 1854 erſchienen. Sie erſchienen in Stuttgart, an deſſen polytechniſcher Schule der Autor docirte. Süddeutſchland lag uns damals ferner wie heut. Es ſpricht um ſo mehr für die Bedeutung der neuen Erſcheinung, daß ſie auch bei den norddeutſchen Baubefliſſenen ſofort große Anerkennung errang. Seitdem iſt wohl Keiner durch deutſche Bauſchulen und Akademien gegangen, der nicht mehr oder weniger nahe Bekanntſchaft mit „Breymann“ gemacht hätte.

Schon 1856 erſchien der erſte Band in 2. Auflage; die 4. in den Jahren 1868, 1870, 1877. Jetzt iſt die 5. Auflage im Erſcheinen. Dieſelbe iſt — nach dem Tode des verdienten Schöpfers dieſes „Univerſalwerkes“ — neu bearbeitet von H. Lang, Oberbaurath und Profeſſor an der polytechniſchen Schule in Karlsruhe, in den 3 Bänden: Konſtruktionen in Stein, in Holz, in Metall. Ein 4. Band: Verſchiedene Konſtruktionen, insbeſondere Feuerungs- und Ventilations-, Gas-, Waſſer- und Telegraphen-Anlagen und Grundbau, in 2. Auflage, iſt bearbeitet von A. Scholtz, Baumeiſter und Docent an der techniſchen Hochſchule in Berlin.

Die 4 Bände ſollen nahezu gleich ſtark werden und können

auch in je 12 Lieferungen à 1,5 Mark bezogen werden. Augenblicklich liegen uns die ersten 5 Lieferungen des 2. Bandes: „Holz", vor.

Die neue Auflage ist im Text bedeutend bereichert und enthält eine große Zahl neuer Holzschnitte und Steindrucktafeln. Das ursprüngliche Quartformat — zweigespalten — ist beibehalten. Das Werk ist ja auch kein Vademecum, das man in der Rocktasche bei sich führen will, sondern ein Lehrbuch für das Arbeitszimmer. Das Quartformat gestattet dafür die große Annehmlichkeit, daß die Figurentafeln einen Band von gleicher Größe wie der Text bilden. Wo es der Größe nach irgend thunlich war, sind die Figuren in Holzschnitt in den Text eingeschaltet, was noch bequemer ist. Von dem Reichthum der Illustration zeugt die Thatsache, daß auf Seite 104, mit welcher die 5. Lieferung schließt, schon Fig. 352 sich befindet und die letzte Tafel (Doppel-Quart) die 52. ist.

Das altbewährte Werk in seiner neuen zeitgemäß vervollkommneten Umarbeitung und Erweiterung sei demnach auch dem Ingenieuroffizier bestens empfohlen, der bei flüchtigen und provisorischen Ausführungen im Felde und in den Festungen auch künftig viel mit Holz umzugehen haben wird.

15.

Estudios de arte é historia militar. 2ª parte: Creacion y organización de los ejércitos. Por el comandante de ejército D. Carlos Banús y Cómas, capitan de ingenieros y profesor de la academia del cuerpo. Barcelona 1882.

Unsere Zeitschrift hat im Jahrgange 1882 (Seite 191) auf die rührige Revista cientifico-militar („militärwissenschaftliche Rundschau") aufmerksam und unter ihren Publikationen auch die oben im Originaltitel aufgeführten „Studien über Kriegskunst und Kriegsgeschichte" namhaft gemacht. Seitdem ist der zweite Band der Arbeit veröffentlicht worden, der die Schaffung und Einrichtung

der modernen Kriegsheere abhandelt. „Der Krieg ist ein Unvermeidliches“ stellt der Verfasser an die Spitze seiner Erörterungen und fügt ein lateinisches geflügeltes Wort hinzu: Dura lex sed lex — ein hartes Gesetz, aber Gesetz. Gleich darauf zitirt er Hamlets „To be or not to be“ und wendet es auf die Nationen an, deren Sein oder Nichtsein von der bewaffneten Macht abhängig sei, die sie aufzustellen vermöchten. Citate finden sich auch fernerhin nicht selten, und der Major-Professor schreibt überhaupt etwas doktrinär. Das lag wohl aber in seiner Aufgabe. Er hat gesunde und moderne Ansichten.

Was das einst in Europa so viel geltende Spanien von seinem Platze verdrängt hat, lehrt die politische und Kulturgeschichte. Tief in unser Jahrhundert hinein hat das Partei- und Intriguenwesen und dynastischer Hader sein Aufkommen hintangehalten. Jetzt gewinnt es den Muth, Anspruch zu erheben, früher oder später wieder als europäische Großmacht anerkannt zu werden. Ob und wann ihm das gelingt, wird in der That, wie die oben angezogene Stelle sagt, von seiner „Organisation der bewaffneten Macht“ abhängen.

Spanien hat eine schöne Aufgabe drüben in Afrika. Es ist dort berechtigter als Frankreich und Italien; es hat im Blute des Volkes und in seiner Sprache mehr afrikanische Elemente als die andern Nachbarn und politischen Mitbewerber; es hat noch den Dank abzutragen für das, was ihm dereinst die arabische Kultur zugeführt hat; es hat den Mauren noch seinen Gegenbesuch zu machen.

Die spanische Studie wird der deutsche Offizier mit einem Behagen lesen, das ihm manche andere Arbeit, die er zu lesen sich gleichwohl verpflichtet fühlt, nicht gewährt, denn er findet hier — abgesehen von einigen französischen Citaten — nichts Feindseliges. Im Gegentheil führt der Verfasser wiederholt deutsches Wesen, deutsches Wissen, deutschen Armeegeist als Beispiel und Muster an. Auch dem Studium der deutschen Sprache redet er warm das Wort. In erster Stelle steht dem Spanier begreiflicher Weise das Französische, aber dann kommt sogleich das Deutsche, er empfiehlt es ausdrücklich vor dem Englischen.*) Daß er auch das

*) Dieser Empfehlung gegenüber wirkt es komisch, wie der spanische Setzer einstweilen noch deutsche Worte behandelt hat, die der citatenfrohe

Arabische empfiehlt, läßt vermuthen, daß er unsere Ansicht über Spaniens „kulturelle Mission" theilt.

Wir nennen noch kurz die Themata, die abgehandelt werden.

Stehende Heere sind besser als Milizen. Der Dienst im Heere ist eine allgemeine Pflicht aller Staatsangehörigen. Bedingungen für die Heeresstärke. Arten des Ersatzes. Geeignetes Lebensalter für den Eintritt. Reserve. Unteroffiziere und Unteroffizierschulen. Das spanische Pferd. Das Remontewesen. Das Maulthier. Avancementsverhältnisse und Beförderungsgrundsätze. Belohnungen. Die Disciplin. Die Militärgerichtsbarkeit. Die Heeresverwaltungs-Einrichtungen. Instruktion. Erziehung und Unterricht. R.

16.

Torniſter-Dolmetſcher des deutſchen Soldaten im Verkehr mit Ruſſen. Von E. L. Kaſprowicz. Leipzig 1883, Selbſtverlag des Verfaſſers.

Dieſe kleine gut gemeinte und nicht unverdienſtliche Arbeit koſtet nur 30 Pfennige, iſt alſo für jeden Soldaten leicht zugänglich; immerhin auch dem Offizier zur Einſichtnahme zu empfehlen.

Der Verfaſſer iſt gerichtlicher Dolmetſcher in Leipzig, er wird alſo wohl der fremden und — trotz ſeines polniſchen Namens — auch der deutſchen Sprache, namentlich ihres Sprachklanges mächtig und ſomit fähig ſein, ſeine Hauptaufgabe zu erfüllen, nämlich dem Deutſchen mit deutſchen Lautzeichen die fremden Sprachklänge zu vermitteln.

Er trat mit ſeinem Torniſter-Dolmetſcher vor einigen Jahren in die Oeffentlichkeit, hatte ihn damals aber zu einer vollſtändigen Polyglotte für die deutſchen Grenzländer geſtaltet, indem er die

---

Autor ihm zumuthet. Z. B. „Ermangelung" iſt wiedergegeben durch Ermangelmz; „des Oberfeldherrn" mit der Oberfeldherrnr; „Abänderung" — Abänderanz; „unvorhergeſehene" (Nachtheile) — an vorhe — regsechchone.

gewählten deutschen Wörter und Redensarten außer russisch auch französisch, holländisch, dänisch, polnisch und tschechisch wiedergab.

Auf den Rath seines sehr wohlmeinenden Kritikers in der Berliner Militär-Literatur-Zeitung, will er in zweiter Auflage jede Sprache in einem besondern kleinen kartonnirten Büchelchen behandeln.

Es darf wohl zugestanden werden, daß er den Klang der russischen Worte möglichst naturgetreu mit deutschen Lautzeichen wiedergegeben hat; nur für zweierlei Klänge erachtet er eine nähere Erklärung für geboten, den des rollenden l, ł und den des ж. Ersteres lehrt er durch Beschreibung ganz verständlich aussprechen; zum deutschen Lautzeichen dafür hat er ein fettes ll gewählt; vielleicht hätte er die Aufmerksamkeit mindestens eben so gut durch Annahme des polnischen Lautzeichens ł erregt. Mit dem ж giebt er sich unnöthige Mühe, da jeder Deutsche und speciell der Soldat mehr als ein aus dem Französischen übernommenes Wort kennt und braucht, das diesen Klang hat, wenn unserem Alphabet auch das betreffende Lautzeichen fehlt. Dafür „sch" einzustellen und es vom deutschen scharfen Zischlaut dadurch zu unterscheiden daß er es in fetter Schrift setzt, während es doch gerade schwächer, weicher, zarter als das deutsche lauten soll, erachten wir für keine glückliche Wahl. Da das französische g nur vor 3 Vokalen, das französische j aber vor allen den in Rede stehenden Klang hat, auch das französische j unter den deutschen Lettern sehr gut ins Auge fällt, so würden wir im j den besten Repräsentanten des ж (zh) gefunden haben.

Es ist zu loben, daß c und з sprachgemäß durch ss (im Anfange Ss) und das einfache s wiedergegeben und unterschieden sind; der Verfasser ist hierin aber nicht ganz konsequent; so wäre z. B. „Hinterlader" besser durch „Win-tów-ka ſſ sád-nimm sar jádom" wiedergegeben, denn „c з", das scharfe ſ mit dem Härtungszeichen, ist durch ſ, wie der Verfasser hier thut, nicht richtig ersetzt. Für die Wichtigkeit derartiger Unterscheidung im Russischen wollen wir nur ein Beispiel anführen: Es lautet „коза", — kasá und heißt die „Ziege"; dagegen „коса" lautet kassá und heißt „die Sense."

Ob der gegebene Wörterschatz glücklich ausgewählt und namentlich, ob er auskömmlich ist, wird sich von vornherein nicht beurtheilen lassen. Eine Probe im Ernstfalle wollen wir nicht wünschen. Vielleicht giebt es aber künftig wieder einmal ein freundnachbar-

liches Manöver, wie 1835 bei Kalisch. Da müßte jeder deutsche Soldat sich merken, welche russischen Worte, und jeder Russe, welche deutschen ihm nothwendig oder wünschenswerth gewesen sind; das gäbe die sicherste Probe für den Torniſter-Dolmetsch. Dann würde auch, was wir sehr vermissen — der deutsch-russischen eine russisch-deutsche Redehilfe hinzuzufügen sein. Für jetzt hat Herr Kasprowicz im besten Falle den deutschen Soldaten nothdürftig sagen und fragen gelehrt, aber nicht hören und verstehen, was ihm geantwortet wird.

Uebrigens glauben wir, daß die Einordnung der Wörter und Redensarten in gewisse logische Rubriken, wie: die Zeit; Körpertheile; im Lazareth; im Laden; die Handwerker u. s. w. — das Auffinden des gesuchten Ausdrucks weniger fördert als die lexikalische Ordnung thun würde, d. h. das Ordnen nach dem heimischen Alphabet und dem entsprechenden Klange des Fremdwortes.

Eine Tabelle des russischen Alphabets mit Angabe der normalen Aussprache der Lautzeichen wäre keine überflüssige Zugabe gewesen. Wir brauchen nur an den wahrscheinlichen Fall zu denken, daß man Namen von Personen und Ortschaften einmal aussprechen hört, das anderemal geschrieben sieht und sich der Identität versichern will. Da der Verfasser sämmtliche russischen Worte auch in russischer Orthographie giebt, so hätte er immerhin noch einen Schritt weitergehen und das „Asbuka" (Alphabet) der kyrillischen Schrift mittheilen sollen.

17.

Escuela practica del segundo regimento de Ingenieros en Guadalajara 1882. Por el teniente coronel, capitan de Ingenieros Don Joaquin de la Llave y Garcia, Profesor de la Academia del Cuerpo. Madrid 1882.

Unsere Zeitschrift hat in einem früheren Artikel (Jahrgang 1881, S. 563) „von der spanischen Pionier-Uebung 1880" berichtet und dabei einige Angaben über Eintheilung und Beschäftigung der technischen Truppen Spaniens, sowie über deren Uebungsplatz bei Guadalajara, der Centralstelle des spanischen Genieweſens, gebracht.

Ueber die ähnliche nächste große Uebung, die 1882 stattgefunden

hat, berichtet die (nur 30 Seiten starke) Broschüre, deren vollständiger Titel oben wiedergegeben ist.

Den ausgeführten Arbeiten lag der Gedanke eines verschanzten Lagers zu Grunde, dessen Front rechtwinklig zum Henares auf dessen beiden Ufern lag. Die Befestigung sollte den Charakter der „Positions-Befestigung" erhalten, mit stärkerer Hinneigung zur „provisorischen" oder „gemischten" als zur „flüchtigen" oder „improvisirten". Es kamen vier Hauptwerke und zwischen denselben verschiedene Arten von Batterien zur Ausführung; desgleichen Schützengräben und Deckungen nach mancherlei Typen. Innerhalb der befestigten Zone wurden Baracken — ebenfalls verschiedene Typen — hergerichtet; endlich auch Brücken über den Henares geschlagen.

Das eine der vier Hauptwerke war eine quadratische Redoute mit Kreuztraverse nach dem Muster der Griviza-Redoute von Plewna — „Imitation, nicht Kopie" bemerkt der Berichterstatter. Die wirkliche Herstellung bestätigte die a priori gehegte ungünstige Meinung von dieser Form; namentlich in Bezug auf die Traverse, die mit sehr viel Arbeitsaufwand einen sehr geringen Nutzen bezahlt.

Ein zweites Werk war eine fünfseitige Redoute mit zwei Grabencaponièren. Man fand, daß letztere hier ein ähnliches Mißverhältniß zwischen Aufwand und Nutzen darböten. Man kam zu dem Schlusse, Caponièren für Feldwerke ganz auszuschließen und sie den eigentlich provisorischen mit breiten Gräben vorzubehalten.

Das dritte Werk war eine Lünette mit Blockhaus;*) die Facen mit Traversen nach den von Brialmont und Girard empfohlenen Typen. Von dem Blockhause wird gesagt, seine bauliche Anordnung habe derjenigen geglichen, „die bekannt ist unter dem Namen des „blockhaus Müller". Hier haben wir aus dem fernen Spanien ohne Zweifel eine interessante und schmeichelhafte Reminiscenz an eine vormals recht angesehene, aber aus dem Gedächtniß der heutigen Generation verschwundene Arbeit: „Versuch über die Verschanzungskunst auf Winterpostirungen; Potsdam 1782".

Ein Blockhaus alten Stils, Reduit und Kehl-Caponière zugleich, ist im Zeitalter des indirekten Schusses und des mit Traversen

*) Die Orthographie dieses deutschen Wortes — so fremd das ck und das au der spanischen Sprache auch ist — hat man buchstäblich getreu ins Spanische übernommen; Luneta con blockhaus wird das Werk genannt.

und Deckungsgräben verbauten Innenraums ein Anachronismus. Die Leiter der spanischen Uebung werden das nicht erst nach geschehener Ausführung erkannt, sondern vorher gewußt haben; die Ausführung wird es wohl den jüngeren Offizieren und den Mannschaften nur haben augenfällig demonstriren sollen.

Das vierte Werk bezeichnet der Bericht als Redan (Rediente), fügt aber selbst hinzu, es hieße richtiger Lünette, was dasselbe in der That auch war.

Es mag nur noch eines interessanten Versuches gedacht werden, der so gut ausfiel, daß er an dem Tage, wo König Alfons den Uebungsplatz besuchte, vor dessen Augen wiederholt wurde.

Als Urheber der Idee nennt der Bericht den Capitano José Suarez.

Die spanischen Sappeur-Kompagnien haben Wagen mit wasserdichten Leinwanddecken oder Planen. Je eine solche Plane wird über ein leicht zusammenzufügendes Holzgerippe gespannt und bildet einen Schwimmkörper von beiläufig 400 Kilogramm Tragkraft. Mehrere dergleichen lassen sich zu einem Floß vereinigen.

Wie um so manche „neue" Idee, steht es auch um diese: das Neue bringt unbewußt oder bewußt irgend etwas recht Altes — vielleicht neu aufgeputzt — ans Tageslicht.

Leinene Schiffe (über einem Holzgerippe mit eisernen Verbindungen ein doppelter Ueberzug von getheerter Leinwand) erfand de Guethem, Kapitän in kaiserlichen Diensten, in den ersten Jahren des vorigen Jahrhunderts, und Prinz Eugen interessirte sich so sehr für dieselben, daß auf seinen Betrieb für ihn ein Train von 50 derartigen Fahrzeugen hergestellt und nach Italien geschickt wurde.

Hundert Jahre später hatte Hauptmann Wonjatschek, Kommandeur einer Pionier-Kompagnie in Oberitalien, den Einfall, die Deckel der Arbeits-Requisitenwagen wasserdicht und schwimmfähig herzustellen. Aus solchen „Deckelschiffen" entwickelten sich die Birago'schen Einbau-Pontons.

Ob nun Don José Suarez diese Vorgänge gekannt hat oder nicht — er will weder fertige Leinenschiffe wie de Guethem noch die unveränderten Wagendeckel wie Wonjatschek, sondern formirt erst im Falle des Bedarfs aus Wagenplanen Schwimmkörper; er darf also für sich wenigstens in Anspruch nehmen, was der Llave'sche Bericht von der Uebungs-Griviza-Redoute sagt: imitacion no cópia.

XI.

Der Kampf um Wien 1683.

Sein Verlauf und seine Bedeutung für die Geschichte des Festungskrieges.

Ein Beitrag zur zweihundertjährigen Gedächtnißfeier.

(Mit Plänen auf Tafel II.)

Die Vertheidigung und der Entsatz von Wien im Sommer des Jahres 1683 bilden eine große und schöne Erinnerung für die österreichische Armee und die Bürgerschaft der Stadt.

Das hundertjährige Gedächtniß jener schweren und glorreichen Tage ist gefeiert worden; die Feier des zweihundertjährigen ist in Vorbereitung.

Dieser Feier ihre freund-nachbarliche Theilnahme zu widmen, würde die deutsche Presse sich für berufen erachten müssen, auch wenn das geschichtliche Ereigniß, dem sie gilt, nur österreichisches Haus- und Heimaths-Interesse berührte; das Ereigniß ist aber von welthistorischer, es ist von kriegsgeschichtlicher, insbesondere festungskriegsgeschichtlicher Bedeutung und dadurch vollberechtigt, von der militärischen Fachpresse eingehend berücksichtigt zu werden.

Langsam, aber unwiderstehlich war das Osmanenthum in Europa westwärts vorgerückt.

1360 hatte es seinen ersten bedeutenden Stützpunkt, Adrianopel, gewonnen. Der Balkan wurde überschritten, und nach harten Kämpfen erlag das Slaventhum in der Schlacht auf dem Amselfelde 1390.

Sechs Jahre später erreichten die Türken bei Nikopoli die Donau, die große Verkehrsader, den Heerweg zu friedlichen wie feindlichen Zügen zwischen Orient und Abendland.

Nun folgten die Kämpfe um Ungarn. Erst 1521 wurde die wichtige Etappe Belgrad dauernd gewonnen; 1541 Ofen.

In diese Zeit fällt das erste Vordringen bis Wien, das Suleiman II., der größte der türkischen Sultane, 1529, aber vergeblich, belagerte.

Zum zweiten Male im Jahre 1683 drang die verheerende Fluth des türkischen Kriegsvolkes so weit nach Westen; zum zweiten Male war Wien der Damm, an dem sie sich staute, bis die Gegenströmung Kraft gewann und sie zur Umkehr zwang.

Anderthalb Jahrhunderte zuvor, wo das eben erst gewonnene Belgrad den westlichsten Stützpunkt der türkischen Macht bildete, war das Vorgreifen bis Wien ein tollkühnes Unternehmen; selbst wenn Suleiman den Platz genommen, hätte er ihn nicht behaupten können. Der zweite Versuch war ungleich gefährlicher, denn jetzt herrschten die Türken in Ungarn bereits bis gegen Komorn hin, lag die Grenze ihrer Macht nur noch 100 Kilometer von den Thoren Wiens entfernt; jetzt strebten die Türken allen Ernstes an, Wien dauernd ihrem Reiche einzuverleiben.

Daß auch diesmal Wien den Ansturm des Osmanenthums parirte, den dasselbe nachmals nicht hat wiederholen können, daß also für alle Zeit der Jahrhunderte langen Türkengefahr eine Grenze gesetzt war — das ist ein Dienst, der nicht bloß Oesterreich, sondern der Kultur des Abendlandes geleistet worden ist.

Der Kampf um Wien im Jahre 1683 bietet für die Geschichte des Festungskrieges und der Belagerungskunst ein allseitig lehrreiches Beispiel.

Der förmliche Angriff oder die Ceremonial-Attacke ist von den Türken 1683 gegen Wien nach demselben Schema geführt worden, wie es 1667—69 gegen Kandia der Fall gewesen war.

Kandia ist hochberühmt, weil es erst nach einem Widerstande von 28 Monaten kapitulirt hat. Die Möglichkeit dieses langen Widerstandes beruht auf dem Umstande, daß die Republik Venedig, die den Platz vertheidigte, zur See den Türken überlegen war, daß demzufolge der Platz niemals eingeschlossen war und seine Widerstandskraft durch Zufuhr von Mannschaft, Geld und Proviant so oft wie nöthig aufgefrischt werden konnte. Als die Türken mit ihrem Land-Angriffe so weit gediehen waren, daß sie Aussicht hatten, in Kurzem Herren des Hafens zu werden, sah der Kommandant sich alsbald genöthigt, in Unterhandlungen zu treten, um

noch unter leidlich günstigen militärischen (wenn auch schweren politischen) Bedingungen den Abschluß des langen Kampfes herbeizuführen.

Wien dagegen war **völlig eingeschlossen**; es mußte bis zuletzt von seiner ersten Ausstattung an Streitkräften, Kriegsgeräth und Lebensmitteln zehren; nur einzelne Boten zu brieflichem Verkehr haben sich bisweilen glücklich durch den absperrenden Ring geschlichen.

Kandia war ein Platz von unregelmäßiger Grundrißfigur, seine ursprüngliche Umschließung durch spätere Vorbauten in verschiedenartigen Formen erweitert. Die Kehle des Platzes bildete der Seestrand mit dem Hafen. Die Türken führten zwei einander diametral entgegengesetzte Attacken auf die beiden Anschluß-Bastione. Die Beschaffenheit des Geländes und die Grundrißform der Umwallung führten zu zersplitterten unregelmäßigen Angriffs-Arbeiten.

Wien dagegen bot einen sehr gleichmäßigen Umzug. Seine ganz schulmäßig geordneten Fronten mit Bastionen, Ravelins und gedecktem Wege führten zu einem sehr klar disponirten, schulmäßigen Angriffe; keine andere Belagerung bietet ein so reines Bild vom türkischen Typus der Ceremonial-Attacke des 17. Jahrhunderts und deren Haupt-Elementen: Laufgräben, Mineurthätigkeit und Stürmen.

Der förmliche Angriff von Wien im Jahre 1683 steht zugleich an der Schwelle einer neuen Zeit; er fällt zwischen 1673, wo **Vauban** (vor Mastricht) zum ersten Male die „Parallelen" in seiner Manier zur Anwendung gebracht hatte, und 1688, wo er den **Ricochetschuß** (vor Philippsburg) zum ersten Male versuchen ließ.

Wien 1683 kann für alle Zeit Lehrern wie Lernenden als Musterbeispiel, als Paradigma des vor-Vaubanschen, insbesondere des türkischen förmlichen Angriffs dienen.

Die Wichtigkeit dessen, was in den Sommermonaten des Jahres 1683 in und bei Wien geschehen, ist von den Zeitgenossen sofort gewürdigt; die Ereignisse sind von Augenzeugen und Theilnehmern, vom bürgerlichen wie vom militärischen Standpunkte, geschildert worden; zwei Ingenieure der Garnison — Anguissola und Camucci — haben unmittelbar nach dem Abzuge der Türken die Angriffs-Arbeiten aufgenommen; für den Anmarsch des

Entſatzes und die Entſatz-Schlacht geben Pläne (von Hallart) Aufſchluß.

Eine fleißige Darſtellung aus neuerer Zeit enthalten die „Gedenkblätter aus der Geſchichte des k. k. Heeres. Von Quirin Leitner, k. k. Oberlieutenant"; daraus in Streffleurs öſterr. militär. Zeitſchrift: „Belagerung von Wien", Jahrgang 1863, Band I, Seite 227 u. f.

Das reiche Material, ſowohl das zum Druck gelangte, wie das in den Archiven verborgene, iſt neuerdings in der hiſtoriſchen Abtheilung des öſterreichiſchen Generalſtabes zu einer Denk- und Feſtſchrift: „Das Kriegsjahr 1683" verarbeitet, und dieſe in den „Mittheilungen des k. k. Kriegs-Archivs" veröffentlicht worden.

Die verdienſtliche Arbeit wird in die Hände Vieler kommen, aber nicht Aller; namentlich der Nicht-Oeſterreicher. Mancher wird auch nicht Zeit haben, ſich durch die umfangreiche Darſtellung durchzuarbeiten, in deren weiten Rahmen viele Einzelheiten eingeſchloſſen ſind, die nicht allgemeines Intereſſe haben.

Wenn die vorliegende Darſtellung nichts als ein Auszug jener umfangreichen wäre, würde ihr Verfaſſer ſie als ein bequemes Orientirungsmittel ſeinen Leſern empfehlen zu dürfen glauben; er hofft jedoch, nicht nur mechaniſch extrahirt, ſondern ſelbſtthätig verarbeitet und das, was oben hervorgehoben iſt, nachgewieſen zu haben:

Belagerung und Entſatz von Wien ſind das beſte Beiſpiel für das Studium der Geſchichte des Feſtungskrieges, bezüglich des vor-Vaubanſchen förmlichen Angriffs, insbeſondere wie derſelbe bei den Türken zur Ausbildung gelangt iſt.

Der Kampf um Wien.

Inhalts-Uebersicht.

		Seite
	Einleitung	305
1.	Oesterreich und seine Feinde in West und Ost	311
2.	Politisch-militärische Vorbereitung zum Türkenkriege	313
3.	Der türkische Kriegsplan	315
4.	Neuhäusel. Die Stellung bei Raab	315
5.	Der Rückmarsch zur Sicherung von Wien	316
6.	Zustände in Wien vom 7. bis 13. Juli	317
7.	Die Aufgaben der im Felde stehenden Kaiserlichen	320
8.	Gegen Tököly nach Presburg	321
9.	Die Hilfe vom Reich	323
10.	Der Kurfürst von Brandenburg	323
11.	Der polnische Zuzug	329
12.	Befestigung und Ortslage von Wien	330
13.	Die leitenden Persönlichkeiten und die Besatzung	334
14.	Das Eintreffen des Belagerers; das Niederbrennen der Vorstädte	336
15.	Das türkische Lager und die türkischen Truppen; ihre Organisation und Bewaffnung	337
16.	Räumung der Tabor-Au. Der Ring geschlossen	339
17.	Die Wahl der Angriffsfront	340
18.	Beginn der Angriffs-Arbeiten	341
19.	Charakteristik des in Europa im 17. Jahrhundert üblichen förmlichen Angriffs	342
20.	Die Eigenart des türkischen förmlichen Angriffs und die specielle Gestaltung des gegen Wien geführten, unter vergleichender Bezugnahme auf Kandia 1669	344
21.	Türkische Batterien	347
22.	Die Bedeutung des türkischen Mineurs für den oberirdischen Angriff und für die Breschlegung. Wechselwirkung zwischen Sappeur, Mineur und dem Stürmen	348

Entsatzes und die Entsatz-Schlacht geben Pläne (von Hallart) Aufschluß.

Eine fleißige Darstellung aus neuerer Zeit enthalten die „Gedenkblätter aus der Geschichte des k. k. Heeres. Von Quirin Leitner, k. k. Oberlieutenant"; daraus in Streffleurs österr. militär. Zeitschrift: „Belagerung von Wien", Jahrgang 1863, Band I, Seite 227 u. f.

Das reiche Material, sowohl das zum Druck gelangte, wie das in den Archiven verborgene, ist neuerdings in der historischen Abtheilung des österreichischen Generalstabes zu einer Denk- und Festschrift: „Das Kriegsjahr 1683" verarbeitet, und diese in den „Mittheilungen des k. k. Kriegs-Archivs" veröffentlicht worden.

Die verdienstliche Arbeit wird in die Hände Vieler kommen, aber nicht Aller; namentlich der Nicht-Oesterreicher. Mancher wird auch nicht Zeit haben, sich durch die umfangreiche Darstellung durchzuarbeiten, in deren weiten Rahmen viele Einzelheiten eingeschlossen sind, die nicht allgemeines Interesse haben.

Wenn die vorliegende Darstellung nichts als ein Auszug jener umfangreichen wäre, würde ihr Verfasser sie als ein bequemes Orientirungsmittel seinen Lesern empfehlen zu dürfen glauben; er hofft jedoch, nicht nur mechanisch extrahirt, sondern selbstthätig verarbeitet und das, was oben hervorgehoben ist, nachgewiesen zu haben:

Belagerung und Entsatz von Wien sind das beste Beispiel für das Studium der Geschichte des Festungskrieges, bezüglich des vor-Vaubanschen förmlichen Angriffs, insbesondere wie derselbe bei den Türken zur Ausbildung gelangt ist.

Der Kampf um Wien.

Inhalts-Ueberſicht.

		Seite
	Einleitung	305
1.	Oeſterreich und ſeine Feinde in Weſt und Oſt	311
2.	Politiſch-militäriſche Vorbereitung zum Türkenkriege	313
3.	Der türkiſche Kriegsplan	315
4.	Neuhäuſel. Die Stellung bei Raab	315
5.	Der Rückmarſch zur Sicherung von Wien	316
6.	Zuſtände in Wien vom 7. bis 13. Juli	317
7.	Die Aufgaben der im Felde ſtehenden Kaiſerlichen	320
8.	Gegen Tököly nach Presburg	321
9.	Die Hilfe vom Reich	323
10.	Der Kurfürſt von Brandenburg	323
11.	Der polniſche Zuzug	329
12.	Befeſtigung und Ortslage von Wien	330
13.	Die leitenden Perſönlichkeiten und die Beſatzung	334
14.	Das Eintreffen des Belagerers; das Niederbrennen der Vorſtädte	336
15.	Das türkiſche Lager und die türkiſchen Truppen; ihre Organiſation und Bewaffnung	337
16.	Räumung der Tabor-Au. Der Ring geſchloſſen	339
17.	Die Wahl der Angriffsfront	340
18.	Beginn der Angriffs-Arbeiten	341
19.	Charakteriſtik des in Europa im 17. Jahrhundert üblichen förmlichen Angriffs	342
20.	Die Eigenart des türkiſchen förmlichen Angriffs und die ſpecielle Geſtaltung des gegen Wien geführten, unter vergleichender Bezugnahme auf Kandia 1669	344
21.	Türkiſche Batterien	347
22.	Die Bedeutung des türkiſchen Mineurs für den oberirdiſchen Angriff und für die Breſchlegung. Wechſelwirkung zwiſchen Sappeur, Mineur und dem Stürmen	348

		Seite
23.	Der Neben-Angriff gegen die Donau-Front	349
24.	Der Kampf um den gedeckten Weg der Haupt-Angriffsfront (23. Juli bis 6. Auguſt)	350
25.	Der Kampf um das Feſtſetzen im Graben (7. bis 12. Auguſt)	354
26.	Der Kampf um das Burg-Ravelin; erſte Periode (12. bis 26. Auguſt)	354
27.	Beginn der Unternehmungen gegen die Angriffs-Baſtione; Fortſetzung des Kampfes um den Graben	356
28.	Der Fall des Burg-Ravelins am 3. September	357
29.	Nächſte Ausſichten des Platzes. Breſchen. Abſchnitte. Hoffnung auf Entſatz	358
30.	Das Mineurweſen, die ſchwache Seite der Vertheidigung. Vergleich mit Kandia. Der Mineur des 17. Jahrhunderts	359
31.	Breſchlegung in der Burg-Baſtei am 4. September	362
32.	Breſchlegung in der Löbl-Baſtei am 6. September	363
33.	Die Türken Herren des Grabens; der Mineur an der Kurtine am 9. September	363
34.	Das Ende der Belagerung	363

35.	Das Operationsfeld für den Entſatz	364
36.	Alternative: Ueber Presburg oder über den Wiener Wald?	366
37.	Türkiſches Verhalten: Kloſterneuburg; Gefecht am Biſamberge; Unthätigkeit im Wiener Walde	367
38.	Der Herzog von Lothringen und der König von Polen	368
39.	Der Entſatz auf dem Tullner Feld; die Türken am Südfuße des Wiener Waldes	369
40.	Der erſte Marſchtag, 10. September	370
41.	Der zweite Marſchtag, 11. September	371
42.	Der Schlachtplan	372
43.	Der Schlachttag (12. September) bis zum Nachmittage	373
44.	Die Entſcheidung	375
45.	Sobieski in Wien	377
46.	Ausnutzung des Sieges. Einnahme von Gran	378
47.	Das Ende des Feindes	380

Der Kampf um Wien.

1.

Leopold von Oeſterreich, deutſcher Kaiſer ſeit 1658, und als ſolcher der erſte ſeines Namens, wäre gern ein Friedensfürſt geweſen und hätte bei wiſſenſchaftlicher Beſchäftigung, bei Pflege der Muſik und in Frömmigkeit ein beſchauliches Leben geführt, wenn die böſen Nachbarn rechts und links ihm Ruhe und Frieden gegönnt hätten: im Weſten Ludwig XIV., im Oſten Ungarn und die Türken.

Mit Ludwig war der Kaiſer von 1673—78 in Krieg verwickelt geweſen; der Friede von Nimwegen, für jenen unverdient günſtig ausgefallen, war nur eine wenig Dauer verſprechende Pauſe; Ludwigs Herrſchſucht und Ländergier führten neue Verwickelungen herbei. Die Verletzung der Friedensabmachungen durch Nichtherausgabe vieler Städte, die berüchtigten Reunionskammern, die abſolut rechtswidrige, gewaltſame Beſitznahme von Straßburg — alles das konnte der große Despot, der „l'état c'est moi", ſich zunächſt erlauben, weil die Geſchädigten ſchwach, uneins, unentſchloſſen waren. Es ſollte noch fünf Jahre dauern, bis endlich, auf Wilhelms von Oranien Anregung, der Kaiſer, das Reich, England, Holland, ſpäter noch Spanien und Savoyen zum Coalitionskriege (1688—97) ſich ermannten.

In dem Jahre, mit dem wir uns beſchäftigen, war nicht Krieg mit Ludwig, aber er drohte, er konnte jeden Augenblick wieder ausbrechen, denn der gierige Landverſchlinger war noch nicht ſatt. Ludwig hatte wohl auch ſeinen Jugendtraum nicht vergeſſen, den Traum von der Wiederholung deſſen, was Karl dem Fünften zu Theil geworden war: zum heimiſchen Königthum

die deutſche Kaiſerwürde! Leopold, der zwei Jahre jünger war als Ludwig, hatte als Sohn des vorigen Kaiſers, wenn auch nicht das Reichsgeſetz, ſo doch das Herkommen für ſich, und es iſt kaum zu verſtehen, wie Ludwig es für möglich hat halten können, daß ihm die deutſche Kaiſerkrone erreichbar ſei. Doch wird dieſes Streben ihm nachgeſagt, und daß aus dieſem Mißerfolge ſein perſönlicher Haß gegen Leopold und das Reich entſtanden ſei.

Während der Kaiſer beſorgt nach Weſten zu blicken allen Anlaß hatte, beunruhigte ihn im Oſten die Unbotmäßigkeit der Ungarn. Die magyariſchen Magnaten waren zum Theil Proteſtanten; dieſe empfanden zwiefache Antipathie gegen die deutſchen und katholiſchen Habsburger, die ihre Herren ſein wollten. Anknüpfungen mit den Türken, in dem Beſtreben, ihr Land von Oeſterreich wieder loszureißen, hatten 1671 vier ungariſche Grafen auf das Schaffot geführt; dieſe Strenge hatte aber weder geſchreckt noch beruhigt; neuerdings, im Jahre 1682, hatte Graf Emmerich Tököly in offenem Aufruhr ſich an die Spitze der Unzufriedenen geſtellt; er war zur Zeit Herr in einem großen Theile von Ober-Ungarn, ja, er bedrohte die Grenzgebiete von Mähren und Schleſien.

Mit der Türkei hatte Oeſterreich ſeit dem 1664 zu Vasvár geſchloſſenen Vertrage Frieden; richtiger: zwanzigjährigen Waffenſtillſtand, denn Frieden zu ſchließen mit dem nicht völlig unterjochten Ungläubigen geſtattet der Koran nicht.

Das Osmanenreich regierte damals dem Namen nach Mohammed IV., thatſächlich — ſeit 1676 — der Großweſir Kara Muſtafa. Derſelbe war überaus prachtliebend; um dieſen Hang befriedigen zu können, habſüchtig, ehrgeizig und ein Chriſtenhaſſer. Er war kein Feldherr, ſchmiedete aber große Kriegspläne. Mit Rußland hatte er 1677 angebunden, aber 1681 einen ungünſtigen Waffenſtillſtand ſchließen müſſen. Jetzt wendete er ſeinen Blick auf Oeſterreich. Hier begegnete er dem Blick Ludwigs von Frankreich. So braute ſich ein ſchweres Wetter gegen Leopold; der eine Wettermacher ſaß am goldenen Horn, der andere auf ſeiner Zauberinſel in Verſailles.

In der Wiener Hofburg wollte man lange nichts merken. Dem Kaiſer lag zumal der ſpaniſche Geſandte in den Ohren. Dieſen kümmerten die Türken nicht, wohl aber die Verwickelungen, die bei ihm daheim von Ludwig zu gewärtigen waren; darum lag ihm daran, des Kaiſers Aufmerkſamkeit im Weſten zu feſſeln und

ihn die Wolken nicht sehen zu lassen, die im Osten aufstiegen. Der Kaiser schickte einen besonderen Gesandten nach Konstantinopel, der über die Verlängerung des Waffenstillstandes unterhandeln sollte. Derselbe wurde mit zweideutigen Reden hingehalten, bis es dem Großwesir Zeit schien, die Maske abzuwerfen. Dies geschah in den ersten Tagen des Jahres 1683.

Nun hatte es Oesterreich eilig mit dem Rüsten! Seine Heeresmacht war gering, viel neues, ungeübtes Volk; an Geld war kein Ueberfluß, an Kriegsbedarf auch nicht; Verbündete hatte der Kaiser augenblicklich nicht.

Nach Adrianopel aber, wo der Kriegsruf erscholl, zogen aus Europa, Asien und Afrika die Streiter des Islam.

Von Adrianopel nach Wien ist es — in der Luftlinie — fast genau so weit, wie von Wien oder Berlin nach Paris, etwa 120 geographische Meilen; aber die türkische Grenze lag im Jahre 1683 nur 100 Kilometer von Wien; nur ein Neuntel der Entfernung von Adrianopel.

Wie ein Blick auf unsere kleine Uebersichtskarte (Fig. 3 des beiliegenden Blattes) zeigt, war Gran an der Mündung des gleichnamigen linksseitigen Donau-Zuflusses die vorderste türkische Festnng; die Grenze überschritt den Bakonywald und reichte an der Donau bis nahe vor Komorn. Auf dem linken (nördlichen) Stromufer erstreckte sich zwischen Waag und Neutra eine türkische Enklave mit dem festen Punkte Neuhäusel.

Auf der österreichischen Seite deckten Raab, Komorn, Sered und Leopoldstadt die Grenze. Zwischen dieser und Wien lag Presburg mit einem festen Schlosse, aber weitab von der natürlichen türkischen Operationslinie. Diese führte von Essek (an der Drau, unfern deren Mündung in die Donau, 29 Meilen südlich von Ofen), den langen rechten Winkel des Stromlaufes abschneidend, somit Ofen, Gran, Komorn zur Seite lassend, über Stuhlweißenburg auf Raab und Wien.

So weit war vorauszusehen, was die Türken zunächst vornehmen würden, und der Hofkriegsrath in Wien hatte demgemäß seine strategischen Entschlüsse zu fassen.

2.

Oesterreich war augenblicklich auf sich selbst angewiesen. Das Reich war um Hilfe angegangen, und der Reichstag in Regens-

burg berieth einstweilen. Mit Polen war ein Bündniß geschlossen.

Sobieski, seit 1674 als Johann III. König von Polen, war ein überaus werthvoller Bundesgenosse. Er konnte nicht nur eine ansehnliche Streitmacht stellen, er war auch persönlich ein einsichtiger, tapferer und erprobter Führer, der seine Erwählung zum Könige hauptsächlich seinen siegreichen Unternehmungen gegen die Türken zu danken hatte. Zehn Jahre zuvor (11. November 1663) hatte er als Krongroßfeldherr und Wojewode von Krakau die Türken bei Choczim besiegt und ihnen einen Verlust von 28 000 Mann beigebracht.

Sobieski für seine Person war unbedingt zur kräftigsten Unterstützung des bedrohten Oesterreich bereit; hieß das doch auch nur dem Nachbar beispringen in einer Gefahr, die andern Tages ihm selber drohen konnte. Die Bündnißangelegenheit ging gleichwohl nicht ganz glatt von statten. Man muß von vornherein das in Prosa und in Versen viel gefeierte Zuhilfeeilen Sobieskis nicht zu poetisch als eine That selbstloser Ritterlichkeit und Christlichkeit sich vorstellen. Es war Politik, Diplomatie, Intrigue — hier wie überall, und an Gegenströmungen, die von Versailles ausgingen, fehlte es in Warschau keineswegs. Die nunmehrige Königin von Polen, zuvor Wittwe eines Wojewoden, war von Geburt Französin, Tochter eines Marquis.

Der Kaiser stellte seine Streitmacht unter den Oberbefehl des bisherigen Statthalters von Tyrol, des Herzogs von Lothringen, der sich als solcher Karl V. nennen durfte, einstweilen aber ein Herzog ohne Land war, da dieses Ludwig von Frankreich in seiner räuberischen Hand hielt.

Der Herzog, zur Zeit 40 Jahre alt, war Jugendfreund und Erziehungsgenosse des Kaisers und mit einer Schwester desselben, der Wittwe von Sobieskis Vorgänger, vermählt. Er war ein tüchtiger Mann und kriegserfahren.

Die kaiserliche Streitmacht wurde halbwegs zwischen Wien und der Grenze, bei Kittsee, unweit Presburg, zusammengezogen. Am 6. Mai 1683 wurde daselbst ein feierlicher Feldgottesdienst und dann durch den Kaiser Heerschau abgehalten. Es waren ungefähr 40 000 Streitbare versammelt.

Es war beschlossen, die Waag- und Raablinie — Komorn als Stützpunkt in der Mitte — zu besetzen, auch, wenn es thun-

lich schiene, einen Vorstoß zu versuchen und sich der türkischen Grenzplätze Gran und Neuhäusel, oder doch eines derselben zu bemächtigen.

Der König von Polen war ersucht worden, durch eine seitliche Vorwärtsbewegung gegen Siebenbürgen die Aufmerksamkeit der Türken womöglich zu theilen.

3.

Die türkische Streitmacht hatte in Belgrad Station gemacht. Hier wurde türkischerseits der Feldzugsplan berathen. Auch Tököly, der ungarische Rebellenführer, saß in diesem Rathe. Er war Bundesgenosse der Türkei; er verhandelte aber auch gleichzeitig durch Mittelspersonen mit der österreichischen Regierung. Er war für beide Parteien von Werth, und es erklärt sich, daß er temporisirte, weil er sich auf die Seite des Meistbietenden schlagen wollte. Sein Rath war aber auch ohne selbstsüchtige Motive ein strategisch gerechtfertigter, als er empfahl, sich für dieses Jahr mit der Festsetzung in Ungarn zu begnügen. Auch des Großwesirs nächstälteste Heerführer sprachen sich für eine solide Operationsbasis aus. Kara Mustafa aber drängte vorwärts; er gab zuletzt kraft der ihm vom Sultan bewilligten uneingeschränkten Vollmacht den Ausschlag, und der Vormarsch begann, als dessen Ziel von vornherein der Großwesir sich Wien ersehen hatte.

Die österreichische Heeresleitung hatte sich inzwischen überlegt, daß Gran — 45 Kilometer östlich von Komorn — bedenklich weit in die Machtsphäre des heranziehenden Gegners reiche, und beschlossen, es mit Neuhäusel zu versuchen.

4.

Das Unternehmen entwickelte sich Anfang Juni ziemlich langsam und lahm. Cernirung fand statt, mit Laufgräben und Batteriebau wurde ein Anfang gemacht; als aber die erbetenen Verstärkungen an Angriffsmitteln nicht gewährt wurden und die Türken inzwischen Zeit gehabt hatten, ohne sich sehr zu beeilen, in bedenkliche Nähe zu gelangen, wurde der Versuch auf Neuhäusel abgebrochen.

Aus der Anmarschrichtung des Feindes folgerte man österreichischerseits noch nicht, daß es sofort auf Wien gemünzt sei; man glaubte, daß es zunächst Raab gälte.

Am 25. Juni nahm daher der Herzog von Lothringen Stellung: seinen linken Flügel an Raab lehnend, den rechten durch den Raabfluß gesichert, den weiter aufwärts detachirte kaiserliche Streitkräfte besetzt hielten und halten sollten.

Am 1. Juli trafen die Türken der kaiserlichen Stellung gegenüber ein.

Nun konnte der Herzog mit eigenen Augen sehen und nachzählen, daß die bisherigen Nachrichten von der gewaltigen Heeresmacht der Türken nicht übertrieben gewesen waren.

280 000 Mann befehligte der Großwesir, und der Herzog hatte in der Stellung bei Raab nur 12 500 Mann Fußvolk und 9500 Reiter, zusammen 22 000 Mann.

Daß der Herzog überhaupt Stellung bei Raab genommen hatte, Stellung unter Umständen, die nicht daran denken ließen, einen Angriff der Türken abzuwarten, der zum Verderben hätte führen müssen — läßt sich nur als Manöver, als Schachzug erklären, als Mittel, dem Feinde Aufenthalt, wenn auch noch so kurzen, zu bereiten.

Gering war der Zeitgewinn allerdings, denn noch auf dem Wege von Stuhlweißenburg nach Raab hatte der Großwesir 20 000 tatarische Reiter gegen den Raabfluß links abschwenken lassen.

Die Vertheidigung dieser Linie war vom Herzoge nächst zwei deutschen Regimentern einigen Tausend für zuverlässig gehaltenen Ungarn unter Bathyány anvertraut worden. Dieser erklärte sich jetzt plötzlich für Tököly, griff die Deutschen an, zersprengte sie und gab den Fluß den Tataren preis.

5.

Daß Raab gefährdet sei, war unverkennbar; ob die Türken es ernstlich angreifen würden, konnte man augenblicklich noch nicht mit Sicherheit erkennen, mußte sich aber darauf gefaßt machen; daß aber der Feind im Sinne habe, sofort und ohne Aufenthalt auch auf Wien loszugehen, war gleichfalls nicht mehr zu verkennen.

Den Strategen die Beurtheilung der augenblicklichen Kriegslage überlassend, berichten wir nur, was der Herzog von Lothringen gethan hat.

Die Besatzung von Raab erhielt 6 Kompagnien Verstärkung; das Fußvolk, unter Leslies Befehl gestellt, wurde angewiesen, auf der Schütt (dem von zwei Donauarmen umflossenen, von Raab bis unfern Presburg reichenden inselförmigen Landstrich), den Türken gegenüber beobachtend stehen zu bleiben, bis deren Absichten in Bezug auf Raab unzweifelhaft erkannt sein würden.

Der Herzog selbst, an der Spitze der Reiterei, schlug den Weg nach Wien auf dem rechten Ufer der Donau und längs der unteren Leitha ein. In der Gegend, wo letztgenannter Fluß seine Richtung ungefähr rechtwinklig ändert, nahm er bei Rohrau von Neuem Stellung. Auf dem Wege dahin waren die Tataren wiederholt in Rücken und linker Flanke erschienen, hatten Angriffe versucht, waren aber abgestoßen worden.

Der Herzog befand sich augenblicklich — 20 Kilometer oberhalb Presburg, zwischen Donau und Leitha — sehr nahe an dem Orte, wo zwei Monate zuvor die Einleitung des Feldzuges mit Feldmesse und Heerschau gefeiert worden war.

Der Großwesir machte es dem Herzoge leicht, sich in Ruhe und Ordnung rückwärts zu bewegen. Er beschäftigte sich mit Raab, sonderte eine Abtheilung von 12 000 Janitscharen zur Einschließung des Platzes ab und setzte sich mit seiner Hauptmacht erst am 7. Juli sehr langsam in Bewegung, der Marschrichtung folgend, die der Herzog eingeschlagen hatte.

Als Letzterer in seinem Lager bei Rohrau volle Aufklärung über die Vornahme des Feindes gewonnen, es als unumstößlich sicher erkannt hatte, daß Wien das Angriffsziel sei, befahl er den Abmarsch der Infanterie auf der Schütt und setzte sich mit der Reiterei ebenfalls wieder in Bewegung.

Am 7. Juli entwickelte sich bei Petronell ein bedeutenderes Gefecht mit den Tataren, die, auf Umwegen vorausgeeilt, einen Hinterhalt gelegt hatten und anfangs Vortheile errangen, schließlich aber doch wieder so zurückgedrängt wurden, daß sie für den Rest des Weges nicht mehr lästig fielen.

6.

Am 8. Juli bei Tagesanbruch erschien die Spitze der kaiserlichen Reiterei vor Wien. Den Tag über zogen die stattlichen Regimenter, in trefflicher Haltung und unter Trompeten- und Paukenklang, bei St. Marcus herein und durch die Stadt auf

die Tabor-Au, die große Donau-Insel, auf welche Wien nur mit der Vorstadt Leopoldstadt übergreift.

Dieser Augen- und Ohrenschmaus richtete die sehr gesunkenen Geister der Wiener mächtig auf.

Bis dahin hatten in der Stadt große Angst und Bestürzung geherrscht, namentlich in den letzten 24 Stunden, wo die im ersten Anprall der Tataren bei Petronell Versprengten hereingekommen waren und (wie in solchen Fällen gewöhnlich) ihr persönliches Verhalten mit der Nachricht von einer vernichtenden Niederlage entschuldigt hatten. Vom kaiserlichen Fußvolk hatte man keine Nachricht; es galt gleichfalls für vernichtet. Und wie war der Platz beschaffen, um dessen Wälle von Stein und Erde nun keine Feldarmee mehr einen stärkeren, lebenden Vorwall ziehen konnte?

Man hatte auf die Grenzfestungen vertraut; sie hatten die Wellenbrecher für die türkische Sturmfluth sein sollen! Und nun nahm diese geradaus ihren Weg, kümmerte sich wenig um Komorn, Sered, Leopoldstadt, Presburg, die weitab rechts seitwärts lagen, nicht einmal um Raab, das auf dem geraden Wege lag, aber nicht für einen Schlagbaum geachtet wurde, der ein Heer von mehr als 200 000 Mann aufhalten dürfe ... sie wälzte sich heran, die türkische Sturmfluth, langsam, bedächtig, unaufhaltsam!

Sie wälzte sich auf Wien, es war kein Zweifel mehr! Und wie kriegsunbereit lag Wien da!

Ein Gürtel von elf stattlichen Basteien und Fronten umgab freilich die alte innere Stadt, aber dicht um dieselbe lag ein breiterer Gürtel blühender Vorstädte — unbefestigt, unbeschützt! Die Basteien waren nicht aufs beste in baulicher Pflege gehalten; die breiten, tiefen, trockenen Gräben waren nicht überall regulirt; auf den Wällen stand kein Geschütz, lag keine Bettung; der gedeckte Weg war offen, ohne Palisadirung; die Besatzung bestand aus der gewöhnlichen Stadt-Guardia nach der Sitte der Zeit, d. h. einer Anzahl von Berufssoldaten, die aber keinen andern Beruf hatten und ihrer geringen Kopfzahl wegen auch nichts weiter leisten konnten, als die täglichen Wachen an den Thoren und an wichtigen Gebäuden zu stellen und bei etwaigen Tumulten einzuschreiten — eigentlich nur Polizeisoldaten!

Daß unter solchen Umständen vom 7. bis zum 8. Juli 1683 in dem geängstigten Wien Schreck und Rathlosigkeit herrschten, ist

ſehr begreiflich. Ein großer Theil der Bewohner — die Zahl wird auf 60 000 angegeben — raffte ſeine fahrende Habe zuſammen und flüchtete aus der Stadt, meiſtens nach Weſten und Südweſten, den Schutz von Wald und Berg aufſuchend. Viele ſind da den ſtreifenden Tataren in die Hände gefallen und ihrer Habe, der Freiheit, des Lebens verluſtig gegangen.

Daß auch der Kaiſer mit ſeiner Familie und den oberſten Regierungsbehörden die bedrohte Stadt verließ, war ohne Frage eine politiſche Nothwendigkeit; aber die Bewohnerſchaft ſah darin das äußerſte Kennzeichen der Gefahr, die den Bleibenden bevorſtand.

Wie mag da am frühen Morgen des 8. das Schmettern der kaiſerlichen Trompeten tröſtlich und ermuthigend in die Ohren geklungen haben!

An demſelben Tage kam auch ſchon Nachricht, daß Leslie, der, die Lage richtig würdigend, ohne Befehl abzuwarten aus der Schütt aufgebrochen war, das kaiſerliche Fußvolk heranführe.

An demſelben Tage traf auch der General-Feldzeugmeiſter Graf Rüdiger von Starhemberg ein, der vom Kaiſer zum Kommandanten von Wien beſtimmt war. Sein Ruf als erfahrener, kluger und energiſcher Heerführer, ſeine mannhafte Perſönlichkeit und ſeine Beredſamkeit förderten den Umſchwung der Stimmung in der Stadt. Starhemberg und Liebenberg, der muthige Kommandant und der muthige Bürgermeiſter, beſtärkten, befeuerten die muthigen Bürger, die ja ein gutes Zeugniß für ſich ſchon dadurch abgelegt hatten, daß ſie am vorigen Tage nicht mit den Anderen davongegangen waren; Viele, die nur aus Unſchlüſſigkeit, aus Mangel an Beförderungsmitteln, überhaupt aus kleinlichen Gründen geblieben ſein mochten, rafften ſich jetzt auf und wurden auch gehobenen Muthes.

Alle, die in der Stadt waren: Bürger und Volk, Meiſter und Geſellen, Kaufleute und Studenten, ſelbſt die Mönche in den Klöſtern — konnten ihren guten Willen ſofort mit der That beweiſen. Denn bevor der Feind vor den Thoren erſchien, war noch ſehr viel zu thun; bevor vertheidigt werden konnte, mußte die Feſtung in Vertheidigungszuſtand geſetzt, mußte geſchanzt und gepflanzt werden — Schanzen in die ſchlecht vertheidigten Gräben, das Geſchütz auf die Wälle, Palliſaden in den gedeckten Weg.

So war die nächſte Woche eine arbeitsvolle, dem Empfange des Feindes gewidmete.

Am 14. Juli hatte die Hauptmacht der Türken die Schwechat, den nächsten Donau-Zufluß unterhalb der Stadt, überschritten und entwickelte sich nun auf dem zum Lagerplatze ausersehenen Theile des Vorfeldes im Südwesten des Platzes vom Wienfluß bis zum Alserbache.

An demselben Tage Abends rückten von Südosten her die letzten für Wien bestimmten kaiserlichen Fußtruppen in den Platz, der nunmehr eine Besatzung von 10 000 bis 12 000 Mann gewonnen hatte.

Für die nächsten zwei Monate theilt sich das Interesse in das für das außerhalb und das für das innerhalb der belagerten Festung Geschehene; dort das allgemein militärisch-politische, hier das speciell befestigungs-kriegsgeschichtliche.

Da es im Plane dieser Darstellung liegt, das letztere vorzugsweise zu berücksichtigen, so wird es zweckmäßig sein, das erstere voraus zu befriedigen; der Zustand des Platzes wird sich lebhafter darstellen und nachempfinden lassen, wenn man bereits über das aufgeklärt ist, was inzwischen draußen geschah, und erkannt hat, warum die Belagerten so lange auf Entsatz haben warten müssen.

7.

Daß es zur Belagerung von Wien kam, hatte nicht verhindert werden können.

Ob die Promenade längs der Donau, 100 Kilometer stromab und wieder stromauf, nothwendig gewesen ist oder nicht, mögen die Strategen ausmachen. Sie hatte beide Parteien in Berührungen ohne besondere Bedeutung gebracht; auch einige Verluste auf beiden Seiten; beiderseits nicht empfindliche, jedenfalls für die Türken ganz unmerkliche. Aufgehalten sind die Türken nicht worden; sie rückten so wie so nur langsam vor; der große Troß machte die Hauptmasse schwer beweglich. Um so beweglicher waren die tatarischen Reiter; sie waren auch diesmal, was der Volksmund sie nannte: Renner und Brenner; daran vermochte auch die kaiserliche Reiterei, so tüchtig sie war, nichts zu ändern.

Taktisch haben die kaiserlichen Truppen durch das zehnwöchentliche Vorspiel des Hin- und Rückmarsches zwischen Wien

und Gran unzweifelhaft gewonnen; es war für alle Betheiligten eine lehrreiche Marsch- und Exercir-Uebung, für Viele bereits eine Kriegserfahrung geworden; Mannschaft und Führer hatten sich kennen und einander vertrauen gelernt.

War der Residenz des Kaisers, der Hauptstadt des Landes, nicht zu ersparen gewesen, daß sie das Schicksal der Festungen erfuhr, so war doch alles Sinnen darauf gerichtet, diese schwere Prüfung so kurz wie möglich zu machen; an das Wort „Belagerung", dessen Verwirklichung nicht zu verhindern gewesen war, fügte man das Wort „Entsatz", den man hoffte, bald hoffte, das man dem belagerten Wien ermuthigend zurief, als man ihm nothgedrungen einstweilen den Rücken wendete und es sich selbst überließ.

Den Entsatz taktisch-strategisch vorzubereiten, Wege und Sammelplätze auszuwählen und vor feindlichen Störungen zu sichern, war eine der Aufgaben, die dem Herzoge von Lothringen oblagen. Er sollte aber mit den ihm für Operationen im freien Felde verfügbar gebliebenen recht mäßigen Kräften die Türken nach Möglichkeit überhaupt hindern, sich im weiteren Umkreise im Lande zu verbreiten. Der Kaiser, der sich zuerst nach Linz und dann nach Passau (30 Meilen westlich von Wien) zurückgezogen hatte, empfahl ihm wiederholt aufs dringendste den Schutz der „Erblande". Außerdem sollte der Herzog aber auch Tökölv in Schach halten.

Tökölys Reiter waren für die Orte, wo sie als Feinde erschienen, kaum weniger gefürchtete Gäste als ihre Vettern, die Tataren. Hunnen, Ungarn, Tataren — zu verschiedenen Zeiten dasselbe Schrecken und Verderben, das aus Asien über Ost- und Mitteleuropa hereingebrochen ist!

So hatten auch jetzt — wie auf dem rechten Donau-Ufer Oesterreich und Steiermark von den Tataren, so auf dem linken Mähren und Schlesien von den Reitern Tökölys, des „Kuruzen-Königs", zu fürchten.

Dem Letzteren gegenüber kam es vor Allem darauf an, ihn zu hindern, daß er sich des wichtigen Donauübergangspunktes Presburg bemächtige.

8.

Bei Presburg treten von beiden Seiten Berge an die Donau und bilden eine Querscheidewand in dem weiten Thalbecken des Stromes, die einzige zwischen Wien und dem türkischen Gebiete,

einen Riegel in der Operationslinie der türkischen Hauptarmee. Da Raab noch in Feindeshand war, hatte die Etappe Presburg für das türkische Heer die größte Wichtigkeit. In Ober-Ungarn auf dem linken Donau-Ufer war Tököly fast im Besitz des Landes; wenn er Presburg und den Donauübergang gewann und behauptete, war die Verbindung mit dem türkischen Machtbereich auf dem rechten Stromufer, mit der Nachschub- und schlimmstenfalls Rückzugslinie der Invasion ganz sichergestellt.

Tököly hatte 20000 Mann zur Verfügung; darunter 6000 Türken, die der Großwesir hatte zu ihm stoßen lassen. Der kürzere Weg gestattete seinen Truppen, zuerst in Presburg zu sein, wo dieselben übel hausten. Als der Herzog herangekommen war, konnten sie dem besser geschulten, wuchtigen Angriffe der Kaiserlichen nicht widerstehen. Das „Gefecht bei Presburg" am 29. Juli war ein so entschiedener Sieg der kaiserlichen Waffen, daß die Streitmacht Tökölys, völlig zersprengt, fürs Erste nicht ferner zu fürchten war.

Seinen Vortheil zu verfolgen, Presburg fest und stark besetzt zu halten, versagte sich der Herzog in weiser Abwägung aller Aufgaben, die ihm oblagen, und der Mittel, die ihm zu Gebote standen. Er begnügte sich, die Bürger, die sich schwankend benommen, ja zum Theil Tököly zugeneigt hatten, durch strenges Auftreten und Drohen einzuschüchtern, und ihnen das Versprechen abzunehmen, daß sie eintretendenfalls treuer zum Kaiser stehen wollten.

Schon am 30. Juli trat der Herzog seinen Rückmarsch von Presburg an und nahm Stellung bei Angern und Stillfried an der March, 30 km nördlich der Donau, 50 km nordöstlich von Wien. Er konnte von hier aus gleich schnell sich wieder nach Presburg oder nach Wien wenden, deckte Mähren, und hatte sich Schlesien genähert, von woher die ersehnte polnische Hilfe kommen sollte.

Bei seinem Abmarsche gegen Presburg hatte der Herzog bei Wien auf dem linken (mährischen) Ufer der Donau eine Abtheilung zurückgelassen, der es einstweilen noch immer gelang, die von unterstrom her (bei Ebersdorf und Schwechat) übersetzenden und fouragirend streifenden Türken an der dauernden Besitznahme dieses Ufers zu hindern. Auf der Tabor-Au, zwischen den Donau-Armen, waren die Türken Herren. Eingeschlossen war also Wien, aber der Einschließungsring war auf der mährischen Seite sehr schmal.

9.

Wir haben bereits erwähnt, daß inzwiſchen der Reichstag (der ſeit 1663 nicht mehr zeitweiſe und ortswechſelnd, und unter Vorſitz des Kaiſers, ſondern in Regensburg in Permanenz tagte) berieth. Daß das Reich bei drohender Türkengefahr eine Streitmacht aufzuſtellen verpflichtet ſei, ſtand im Prinzip durch Reichsgeſetz feſt; aber die näheren Beſtimmungen, der Antheil der einzelnen Stände, waren im gegebenen Falle erſt durch Vereinbarung feſtzuſtellen. Des Kaiſers Macht und Anſehn im heiligen römiſchen Reich waren ja leider im Fluſſe der Zeiten mehr und mehr zu einer politiſchen Fiction verblaßt; mit den Großen und Mächtigen, die längſt nicht mehr ſeine Vaſallen waren, mußte der Kaiſer paktiren wie mit fremden Souveränen.

Der Kurfürſt von Bayern, der freilich als nächſter Nachbar das meiſte Intereſſe hatte, den Brand löſchen zu helfen, den der Erbfeind gelegt hatte, verpflichtete ſich zuerſt und ohne den Reichsbeſchluß abzuwarten durch beſondere „Capitulation" zur Hilfsleiſtung mit 4800 Mann und 3400 Reitern (unter Kommando des bayeriſchen Generalfeldmarſchall-Lieutenants v. Degenfeld). Es gab noch langes und ſchwieriges Unterhandeln und Feilſchen über Verpflegungs- und Kommando-Verhältniſſe, und Mitte Auguſt kam heran, bis die bayeriſche Hilfe bei Krems an der Donau, 60 km oberhalb Wien — gleichwohl die erſte —, eingetroffen war.

Den Bayern folgten bald die ſalzburgiſch-württembergiſch-fränkiſchen Hilfsvölker, 7000 Mann und 2000 Reiter, unter dem Reichs-Feldmarſchall Fürſten von Waldeck.

Den dritten Succurs führte der Kurfürſt von Sachſen perſönlich herzu, gleichfalls 7000 Mann und 2000 Reiter. Er traf am 3. September bei Meiſſau, 27 km nordöſtlich von Krems, ein.

10.

Dies war die Hilfe vom Reiche.

Kur-Brandenburg fehlt in der Liſte.

Dieſe Negativanzeige kleidet die Schrift „Das Kriegsjahr 1683" in Worte, die wir im Munde des öſterreichiſchen Patrioten erklärlich finden. Wir wollen dem Verfaſſer auch zugeſtehn, daß er ſeinen Empfindungen maßvoll Ausdruck gegeben hat. Aber zu kurz, und deshalb nicht ſo aufklärend, wie der preußiſche Be-

richterstatter es wünschen muß. Im Uebrigen durch Plan und Zweck der vorliegenden Darstellung genöthigt, uns ungleich kürzer zu fassen als das genannte Generalstabswerk über 1683, müssen wir bei Kur-Brandenburg und seiner Nichtkonkurrenz mit Kur-Bayern und Kur-Sachsen etwas eingehender uns nach den Beweggründen umsehen.

Wir haben vorhin mit einem gelegentlichen Seitenblicke die Thatsache gestreift, daß des Kaisers Macht und Ansehn im Reiche nur noch ein Schatten war.

In Frankreich hatte die Monarchie gesiegt, sie triumphirte augenblicklich als der unbeschränkte in Ludwig XIV. incarnirte Despotismus. In Deutschland hatten die Organe zweiter Ordnung, die großen Territorialherren, gesiegt; das „Reich" war ein Konglomerat von Monarchien, von bedrohlich großen bis herab zu karrikaturenhaft kleinen. So war der Gang der Geschichte. Was Deutschland darunter zu leiden gehabt, hatten die Lebenden der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts erfahren, haben ihre Nachkommen gleichfalls erfahren. Die Leiter der deutschen Geschicke blieben doch, die sie waren; die Reichsidee war ein Schatten; alle Worte, die mit „Reich" zusammengesetzt waren: Reichstag, Reichskammergericht, Reichstruppen — bekamen mehr und mehr einen geradezu lächerlichen Beigeschmack.

Wer wollte von den Kaisern aus dem Hause Habsburg verlangen, daß sie allein hätten Idealisten sein und nur für die Reichsidee schwärmen sollen, wo die Kurfürsten nach Macht- und Landgewinn strebten. Auch die Kaiser thaten was sehr erklärlich, sie sorgten für sich und ihre Hausmacht.

So floß damals der Strom der Geschichte; wer gegen ihn hätte schwimmen wollen, wäre ein unpolitischer Kopf, ein unpraktischer Schwärmer gewesen.

Kur-Bayern und Kur-Sachsen hatten schon lange, als Freund wie als Feind, nahezu ebenbürtig neben dem Kaiser gestanden und auf dem Fuße der Gleichheit mit ihm verhandelt; sie waren mächtige Territorialherren, wie er es war durch die österreichischen Erblande; nur den Titel hatte er vor ihnen voraus.

In dem Jahre, wo es sich um die Bedrängniß und Rettung der Hauptstadt von Oesterreich handelte, regierte Kurfürst Friedrich Wilhelm von Brandenburg bereits seit 43 Jahren. Obwohl bei seinem Regierungsantritte erst 20 Jahre alt, hatte er genug gesehen

und sah augenblicklich noch, wohin eine schwache Regierung und der Mangel an einer eignen Kriegsmacht das arme Land gebracht hatten. Sein Vater war in seinen politischen Anschauungen schwankend und unbeständig gewesen, und hatte es mit allen Parteien verdorben; 21 Jahre des dreißigjährigen Krieges hatte er nach einander die Truppen aller Kriegführenden die Mark verwüsten lassen; dem Kaiser gegenüber hatte er nichts erreicht, als daß dieser nichtachtend ihn als keinen politischen Factor ansah, mit dem man rechnen müsse.

Friedrich Wilhelm hatte viel aufzurichten. Glücklicherweise war er die geeignete Persönlichkeit dafür. Er war Organisator, Heerführer, Politiker. Er hatte die Folgen der Rolle vor Augen, die Brandenburg im dreißigjährigen Kriege gespielt hatte; er mußte ein Heer schaffen, sein Land vergrößern, Hilfe und Anlehnung suchen, wo er sie fand. Unter seinem Vater war durch den Minister Schwarzenberg das Interesse — nicht des deutschen Kaisers, sondern Oesterreichs stärker gewahrt worden, als billig und zeitgemäß war. Friedrich Wilhelm hatte um so mehr Berechtigung, nach Selbstständigkeit zu streben, als er durch die Erwerbung von Preußen, das nicht zum deutschen Reiche gehörte, über den Reichsfürsten hinaus zum europäischen Regenten erwachsen war.

Den für die europäische Machtstellung von Brandenburg so überaus bedeutsamen Besitz des Herzogthums Preußen von dem Bande der Lehnsherrlichkeit zu befreien und die volle Souveränität zu erringen, war eine unerläßliche Aufgabe. Wenn der Kurfürst — hauptsächlich um dieses Zweckes willen — erst (gezwungen) mit Schweden gegen Polen und dann mit Polen (nebst dem Kaiser und Dänemark) gegen Schweden verbündet war, so ist das freilich eine That der Interessen-Politik; aber welche Politik wäre keine Interessen-Politik? Wer Gefühls-Politik treibt, pflegt den Schaden zu haben und darf für den Spott nicht sorgen.

Des Kurfürsten Stellung war eine überaus schwierige. Durch Preußen, welches er unter lästigen Bedingungen besaß und frei zu besitzen trachten mußte, zugleich durch Pommern, an das er Erbansprüche hatte, die nicht respektirt wurden, war er zu Konflikten mit Schweden gedrängt; durch den Landbesitz aus der Kleveschen Erbschaft wurde er in die Händel zwischen Frankreich und den

Niederlanden gezogen; Schweden und Frankreich aber waren eng verbunden und arbeiteten sich trefflich in die Hände.

Viel gefährlicher noch als für Oesterreich Frankreich und die Türken, waren für Brandenburg-Preußen Frankreich und die Schweden.

Wenn wir in dem vielverschlungenen Gewebe der damaligen europäischen Politik den Beziehungen des Großen Kurfürsten zum Kaiser nachgehen, so stoßen wir in den ersten Jahren seiner Regierung auf die Ueberlassung der Reiterei, die er von seinem Vater überkommen hatte. Diese schwache brandenburgische Kriegsmacht hatte unter der Regierung seines Vaters oder vielmehr des Ministers Schwarzenberg im Jahre 1637 neben dem Kurfürsten dem Kaiser den Eid der Treue geschworen. Dies war ein zweideutiges Verhältniß, das der Kurfürst löste.

Von 1657—60 gehörten Kurfürst wie Kaiser dem Bündnisse gegen Schweden an.

1663 sandte der Kurfürst 2000 Mann zu Hilfe im Türkenkriege, den Leopold damals führte und durch den Waffenstillstand von Vasvár beschloß.

1672, nachdem die alleinstehenden Niederlande von Ludwig XIV. schwer geschädigt waren, und dessen wachsende Macht auch seine anderen östlichen Nachbarn bedrohte, betrieb der Kurfürst, in richtiger Würdigung der Lage, die Vereinigung der Nächstbetheiligten (des Kaisers, Dänemarks, Hessen-Kassels und anderer deutscher Fürsten) mit den Niederlanden. Dieser Bund stand aber auf sehr schwachen Füßen. Fürst Lobkowitz, der thatsächliche Leiter der österreichischen Politik, ist nachmals von seinen Feinden am Hofe geradezu der Verrätherei und des Bestochenseins durch Ludwig XIV. beschuldigt worden. Damit wird man ihm Unrecht gethan haben; er war aber jedenfalls ein kluger Staatsmann, der den Charakter seines Kaisers und die Zerfahrenheit des Reiches zu richtig erkannt hatte, als daß er von der offenen Feindschaft mit Ludwig sich viel Gutes hätte versprechen können. Seinem Einflusse ist es jedenfalls zuzuschreiben, daß die österreichischen Heerführer den Krieg von 1673 am Rhein sehr lau führten und das deutsche Land zu beiden Seiten der Verwüstung durch die französischen Truppen preisgaben. Dies traf auch die westfälischen Provinzen des Kurfürsten von Brandenburg. Man kann unter diesen Umständen es nur natürlich

finden, daß er von einer Verbindung zurücktrat, die der Bundesgenosse so wenig ernst genommen hat.

Friedrich Wilhelm schloß im Juni 1673 den Vertrag von Vossem, durch den er sich verbindlich machte, fernerhin Frankreich gegenüber Neutralität zu wahren, sich aber ausdrücklich für den Fall des Angriffs auf das deutsche Reich seine freie Entschließung vorbehielt.

Schon 1674 wurde der Kurfürst genöthigt, von diesem Vorbehalt Gebrauch zu machen und als Reichsfürst am Reichskriege gegen Frankreich theilzunehmen.

Lobkowitz war jetzt gestürzt; gleichwohl herrschten nach wie vor zwischen den Verbündeten (Kaiser und Reich, Holland und Spanien) Lauigkeit, Eigensucht, Neid und Intriguen. Mehrfache Zusammenstöße, in denen scharf und von deutscher Seite tapfer gekämpft wurde, hatten schließlich keinen anderen Erfolg, als daß die am Oberrhein zu gemeinschaftlicher Operation bestimmten Glieder des Bundes — der Kurfürst und Bournonville, der Führer der Kaiserlichen und Reichstruppen — sich entzweiten und im Januar 1675 über den Rhein zurückgingen; der Kurfürst nach Franken in die Winterquartiere. Hier störten ihn die Schweden auf, die ihm Ludwig in den Rücken gehetzt hatte. Das dringendste Gebot der Selbsterhaltung zwang ihn, seine fernere Mitwirkung auf dem westlichen Kriegsschauplatze einzustellen und seine ungetheilte Aufmerksamkeit dem nördlichen Feinde zuzuwenden.

Dies beschäftigte ihn vollauf während der nächsten vier Jahre.

Inzwischen ging der Krieg am Rhein seinen Gang. Weniger die Kriegskunst als die Diplomatie ließen die Einheit des französischen Interesses über die schlecht gekittete Dreiheit seiner Gegner triumphiren; zwischen August 1678 und Februar 1679 schlossen vereinzelt und selbstsüchtig erst Holland, dann Spanien, dann der Kaiser zu Nimwegen Frieden. Für den Abwesenden — so wohlentschuldigt seine Abwesenheit auch war — hatte sich Keiner interessirt, insbesondere der Kaiser nicht. So mußte der Kurfürst von Brandenburg, der Vierte des jetzt aufgelösten Bundes, im Juni 1679 in den Ergänzungsfrieden von St. Germain en Laye willigen, dem zufolge er alle seine mühsam errungenen Vortheile, Schweden gegenüber, herausgeben mußte. Er erhielt nur 300 000 Kronenthaler Entschädigung von Frankreich und die wenigen Oerter und Zölle, welche Schweden seit dem westfälischen

Frieden in Hinterpommern (östlich der Oder) besessen hatte. Ganz Vorpommern (westlich der Oder) nebst der Insel Rügen und der einzige damals schiffbare Mündungsarm der Oder, die Peene, waren wieder schwedisch! Dieser Besitz der zur Zeit werthvollsten Küstenstrecke der Ostsee in der Hand einer fremden Macht, das köstliche Erbe des großen Gustav Adolf (der neben seiner Glaubensstreiterschaft vortrefflich Interessen-Politik zu treiben verstanden hatte), war eine große Gefahr und eine Schmach — nicht nur für Kur-Brandenburg, sondern für das Deutsche Reich.

Es mag erklärlich sein, daß Leopold vor Allem für sein Oesterreich sorgte; aber eben so erklärlich ist es, daß Friedrich Wilhelm die Empfindung hatte, Jener habe darüber den deutschen Kaiser zu sehr vergessen!

Es kann nicht geleugnet werden, der Große Kurfürst war ein Politiker im Stile seiner Zeit; man kann gegen ihn die Verträge von Labiau, von Wehlau, von Bossem geltend machen, wo er das eigne Staatsinteresse wahrgenommen und über das Zurücktreten von nutzlos oder schädlich gewordenen Bündnissen nicht rigoroser gedacht hatte, als alle seine Zeitgenossen; aber man kann ihm auch nachfühlen und sich erklären, daß er empfunden hat: so im Stich gelassen wie er, sei Keiner — als er den Frieden von St. Germain en Laye unterzeichnen mußte. Damals hat er die Worte citirt, die Virgil der Dido in den Mund legt: „Einst ersteht aus meiner Asche ein Rächer!" und zum Texte der Friedenspredigt den Ausspruch des Psalmisten gewählt: „Es ist gut auf den Herrn vertrauen und sich nicht verlassen auf Fürsten".

An den Frieden von Nimwegen schlossen sich, wie bekannt, neue Gewaltthätigkeiten Ludwigs XIV., deren wir im Eingange schon gedacht haben.

Der Prinz von Oranien brachte endlich einen neuen Bund zwischen den Generalstaaten und Schweden zu Stande, dem sich der Kaiser und die großen deutschen Reichsfürsten anschlossen; der Große Kurfürst lehnte den Beitritt entschieden ab. Von seinen früheren Bundesgenossen verlassen, hatte er sich zu dem Frieden von St. Germain en Laye verstehen müssen; jetzt hielt er dafür an dessen Stipulationen fest und bemühte sich um friedliche Beilegung des Streites zwischen dem deutschen Reiche und Frankreich. Vor-

ausgreifend sei daran erinnert, daß diese Vermittelung 1684 zu einem 20jährigen Waffenstillstande geführt hat.

Es sei ferner daran erinnert, daß nach dem Entsatze von Wien während der Verfolgung des weichenden Feindes ein brandenburgischer Succurs von 2000 Mann dem Herzoge von Lothringen zugeführt worden ist, und daß 1686 an der Erstürmung von Ofen 8000 Brandenburger mit Auszeichnung theilgenommen haben.

Im Frühjahr 1683 waltete allerdings bei dem Kurfürsten die Verstimmung gegen Leopold vor; darüber, ob sie begründet war oder nicht, werden die Geschichtschreiber hüben und drüben verschiedener Ansicht sein.

Die Aufforderung, gleich den anderen Reichsfürsten Hilfe gegen die Türken zu schicken, beantwortete der Kurfürst von Brandenburg Ende Juli 1683 dahin, daß er bei dem gegenwärtigen Verhältnisse des deutschen Reiches zu Frankreich nicht viel Volk entbehren könne; er müsse erst für Rettung und Sicherheit im eignen Hause sorgen. Falls man mit Frankreich in Ordnung komme, wolle er 15 000 bis 20 000 Mann alter Regimenter zu Hilfe senden.

Die Verhandlungen kamen nicht mehr zum Abschluß.

So ist es gekommen, daß die preußische Armee nicht, gleich der bayerischen und sächsischen, den Kampf um Wien als eigne rühmliche Kriegs-Erinnerung hat verzeichnen können.

11.

Gleichzeitig mit den Sachsen traf der polnische Zuzug — 10 000 Mann und 14 000 Reiter — bei Tulln, 25 km oberhalb Wien an der Donau, ein.

Um dieselbe Zeit, wo die Türken vor Wien eintrafen, traten die Polen von Warschau aus ihren Marsch an. Sehr früh war das nicht, denn schon im Januar hatte die türkische Regierung durch die übliche Formalität — das Ausstecken der Roßschweife vor dem kaiserlichen Palaste zu Adrianopel gegen Ungarn hin — den Krieg erklärt, und alsbald waren österreichischerseits die Unterhandlungen über den Abschluß von Bündnissen eröffnet worden. Man hatte also in Warschau ein halbes Jahr zur Entschließung gebraucht.

Die polnischen Truppen hatten etwa 80 Meilen zurückzulegen und haben dazu etwa 50 Tage gebraucht.

Man sieht — das Herbeieilen des Polenkönigs zur Rettung Wiens ist nicht zu wörtlich zu nehmen.

12.

Wenden wir uns nunmehr zur Belagerung von Wien. Wir müssen zunächst die Festung als solche kennen lernen. Die zur Zeit vorhandene Befestigung war unter dem Eindrucke des Schreckens in Angriff genommen worden, den die türkische Belagerung durch Sultan Suleiman II. im Jahre 1529 erzeugt hatte. Der Platz mit seiner veralteten Mauerbefestigung mußte nothwendig erneuert werden. Die neue Umwallung wurde — wegen zeitweiligen Geldmangels — sehr ruckweise, mit langen Unterbrechungen hergestellt; der Anfang war 1540 gemacht worden, der Schluß erst 1670 erfolgt.

Fig. 1 der beiliegenden Zeichnung giebt ein genügendes Gesammtbild der Lage, das mit wenigen Worten zu vervollständigen ist.

Die Hauptmasse des Donauwassers floß damals durch den östlichen (mährischen) Arm, fern von der Stadt. Dieser Arm mit seinen Spaltungen und Serpentinen ist gegenwärtig durch die im letzten Jahrzehnt zur Vollendung gekommenen geradlegenden Durchstiche gänzlich verwandelt.

Ein viel schmalerer Arm — etwa 12 km lang und von dem mährischen bis zu 4 km sich entfernend — besteht heut wie damals, nur durch Uferbekleidung, Verkehrsanstalten und dergl. modernisirt. Wahrscheinlich weil die Hydrotechnik viel für denselben gethan, heißt dieser ursprünglich natürliche Stromarm jetzt Donau-Kanal. In diesen fließt der Wienfluß. Im Winkel zwischen dem rechten Ufer des Kanals und dem linken des Wienflusses liegt der Kern der Stadt. Nördlich vom Wienflusse, die Stadt durchschneidend (jetzt überwölbt), fließt der Alserbach nebst dem von Ottakring kommenden in den Kanal. Ein Gürtel von Vorstädten, durch die genannten Zuflüsse in Gruppen gesondert, umkränzt die innere Stadt im Süden, Westen und Norden; in der Belagerung von 1683 am wichtigsten sind die westlichen: St. Ulrich und Lehmgruben.

Die von den Donauarmen umschlossene Insel heißt die Tabor-Au; ihr südliches Ende ist der Prater, ihr nördliches die Brigitten-Au; in der Mitte, der Altstadt gegenüber, liegt die Vorstadt Leopoldstadt. Die Verbindung mit dem Marchfelde und Mähren

war durch feste Brücken über die Donauarme hergestellt. Befestigt war nur die Altstadt; die Gärten der Vorstädte reichten bis an das Glacis.

Die dermalige Befestigung war von Italienern und in der italienischen Schule gebildeten Deutschen gebaut. Den fortifikatorischen Stil der Werke charakterisirt ausreichend die in Fig. 2 dargestellte Angriffsfront.

Am Donau-Kanal lagen zwei, längs der Wien drei Fronten mit Wassergraben. Die außerdem vorhandenen sechs Landfronten hatten einen trocknen Graben, von welchem berichtet wird, er habe können durch die Bäche (von Hernals und Ottakring) versumpft werden. Ob diese Mittheilung irrthümlich, oder ob die Gelegenheit nur nicht ausgenutzt worden ist, können wir nicht entscheiden; thatsächlich hat der Graben in der Belagerung keine andere Rolle gespielt als die des trocknen.

Die Fronten hatten kleine Ravelins und einen einfachen gedeckten Weg mit eingehenden Waffenplätzen; in oder hinter den meisten Bastionen lagen Kavaliere.

Die fast genau nach Westen sehende Front wurde Angriffsfront. Die Namen der einzelnen Werke dieser, sowie der Kollateralfronten sind aus Fig. 2 zu ersehen. Die gebräuchlichste Bezeichnung der Bastione war damals „Pastey".

Der Abstand der Bastionsspitzen der Angriffsfront scheint rund 500 m, die Länge ihrer Defenslinien (Abstand der Flanke von der Spitze des flankirten Bastions) 400 m betragen zu haben.*) Die Facengräben mögen 50 bis 60 m breit gewesen sein.

Für den Aufzug (das Relief) ergeben sich aus den erhaltenen Darstellungen folgende Maße:

Der gedeckte Weg im natürlichen Terrain; die Glaciscrête 2,5 m darüber; die Kurtinen-Feuerlinie reichlich 6 m über, die

*) Die Maße sind von dem Plane entnommen, den Anguissola und Camucci nach der Belagerung angefertigt haben und den „Das Kriegsjahr 1683" reproducirt. Die Maße sind sehr groß. Dem französischen Canon gemäß ist in „Groß-Royal", d. h. in maximo, die äußere Polygonseite = 200 Toisen = 390 m. Nach dem Plane, den Herlin in seiner Gesammtausgabe der Rimplerschen Schriften mittheilt, würde die Polygonseite sogar rund 600 m gemessen haben. Die Pläne scheinen in Bezug auf Genauigkeit der Abmessungen wenig Vertrauen zu verdienen.

Grabensohle eben so viel unter dem Horizont; das Ravelin etwas niedriger als die Kurtine.

In der Angriffsfront trafen eine der frühesten und eine der spätesten Ausführungen zusammen: die Löbl-Bastei von 1547 und die Burg-Bastei von 1659.

Die Planskizze Fig. 2 zeigt (in schmaleren Linien) vor der Kurtine zwischen Löbl- und Melker-Bastei eine Grabenscheere, vor den beiden anderen Kurtinen Fragmente einer solchen. Es sind dies Unterwälle, die erst bei der Armirung hergestellt worden sind; von denselben wird die Bezeichnung „coffres" gebraucht. „Caponnieren", in Form kleiner stumpfer Fleschen, zeigt der alte Plan zwischen den Kehlpunkten der Ravelins und den Schulterpunkten der Bastione. Es scheinen deren nur 4 angelegt gewesen zu sein, was darauf hinweist, daß sie erst zur Ausführung gekommen sind, als die Angriffsfront gewählt war. Die zwischen Burg-Ravelin und Löbl-Bastei gehörige ist im Plane nicht mehr erkennbar; sie ist unter den türkischen Grabenübergängen verschwunden. Man hat sich diese Caponnieren als Hohlbauten mit Pallisadenwänden zu denken. Einfache Pallisadirungen mit Pforten bildeten die Anschlüsse an die Bekleidungsmauern der Werke. Die Zugänge zu den Ravelins waren durch Doppel-Pallisadirungen gesichert.

Die eben geschilderten Armirungsarbeiten im Graben waren für die Vertheidigung von großer Wichtigkeit. Die Beherrschung des Grabens war durch die permanenten Theile der Befestigung nur wenig begünstigt; Bestreichung gewährten nur die zweistufigen kasemattirten Flanken mit wenig Geschütz in engen Gesichtsfeldern; das Feuer der hohen Linien reichte nicht bis auf die Sohle. Da der Angreifer persönlich an die Escarpen herankommen mußte, indem er nicht durch Geschütz, sondern durch den Mineur Bresche zu legen vorhatte, so bedurfte er der Einnahme, Festsetzung, Logirung und Behauptung auf der Grabensohle. Darin konnte ihn der Vertheidiger nur durch häufige, nicht lange vorbereitete, sondern die Gunst des Augenblicks ausnutzende Ausfälle aufhalten und stören, und solche ließen sich wieder nur aus sicheren Verstecken in nächster Nähe ins Werk setzen.

Wer Wien vor 20 Jahren gekannt und etwa seinen damaligen Bädeker noch aufbewahrt hat, wird sich der hohen Basteien mit ihren schönen An- und Aussichten erinnern, aber vergeblich in seiner Erinnerung oder seinem Orientirungsplane die Angriffsfront von

1683 suchen. Die Löbl-Bastei bis zum linken und die Kärnthner (Karner-, auch Augustiner-) Bastei bis zum rechten Schulterpunkte waren damals noch die alten Bauwerke; von den genannten Punkten aus machte der Wall, in drei Linien gebrochen — in der mittleren das neue Burgthor — eine weit ausgreifende Ausbiegung auswärts, deren inneren Raum ausfüllend, links (südlich) der Hofgarten, an die Burg anschließend, rechts der Volksgarten gelegen war. Letzterer nimmt einen großen Theil des damaligen Angriffsfeldes ein; hier lag das denkwürdige Burg-Ravelin; auf dem Mittelwege, der von der Burg zum neuen Burgthor führte, die Burg-Bastei.

Die bezeichnete Umgestaltung des alten Kampfplatzes war eine Erinnerung an die napoleonische Zeit: 1809 hatten die Franzosen die Burg-Bastei gesprengt; ihr Kavalier „der Spanier" — ein Ueberbleibsel aus der Befestigung vor derjenigen des 16. und 17. Jahrhunderts — war schon 1805 abgebrochen worden. Erst um 1820 wurden die Trümmer der alten Fronten aufgeräumt, Hofgarten, Volksgarten und neues Burgthor hergestellt.

Außer ihrem Hauptangriffe gegen die Burg-Löbl-Front führten die Türken einen Nebenangriff auf die diametral entgegengesetzte, am Donau-Kanal gelegene Wasserfront, gewöhnlich „das Gonzaga-Werk" genannt. Hinter diesem lag noch alte Ringmauer mit dem „rothen Thurm" zur Deckung der über den Donauarm auf die Tabor-Au (direkt in die Leopoldstadt) führenden „Schlagbrücke" („Schlag" in der Bedeutung von Schlagbaum, Sperre), die ziemlich genau an der Stelle der heutigen Ferdinandsbrücke gelegen hat.

Dieser Nebenangriff war nicht ungefährlich, denn zunächst schädigte und beunruhigte das feindliche Geschütz von hier aus den nordöstlichen Theil der Stadt, in welchem die Hauptkirche derselben, der als Baudenkmal berühmte Dom zu St. Stephan, und — an der nördlichen Enceinte — das Zeughaus lagen; er beschäftigte demnächst die angrenzenden Werke: Wasser-Schanzl, Biber-Bastei, Dominikaner- (auch Prediger- oder Hollerstauden-) Bastei bis zum Stubenthor, das zu einer Brücke über die Wien und in die jenseits gelegene südöstliche Vorstadt „Landstraße" führte.

Da der Donauarm bei niedrigem Sommerwasser nicht die militärische Wassertiefe hatte, so waren die Nebenangriffs-Fronten nicht einmal absolut unzugänglich.

Obwohl thatsächlich die Türken auf dieser Seite keine ernsteren Versuche gemacht haben, so mußte doch die Besatzung unausgesetzt darauf gefaßt sein; ihre Sorge, Wachsamkeit und auch die militärische Action, besonders diejenige der Artillerie, erfuhr dadurch immerhin fühlbare Ablenkung und Zersplitterung.

Nachdem wir das fortifikatorische Charakterbild der Festung skizzirt haben, werden einige Angaben über das Personal angemessen erscheinen, das berufen war, den todten Widerstand der Werke zu beleben.

13.

Der Kaiser hatte zur Verwaltung der voraussichtlich demnächst auf sich selbst angewiesenen Stadt eine Commission „geheimes Collegium" ernannt und mit den höchsten Regierungs-Vollmachten ausgestattet. Deren Präsident war ein böhmischer Graf, Kapliers, zur Zeit bereits 72jährig und mit dem höchsten militärischen Range in Ruhestand getreten. Obwohl er selbst, seines Alters wegen, an seiner Tauglichkeit gezweifelt, hatte er doch, dem Zutrauen des Kaisers nachgebend, dessen Vertretung übernommen und hat sodann seine wichtige Stellung aufs beste gewahrt. Es wird seiner hier hauptsächlich deshalb gedacht, weil er mehreremals den durch Verwundungen und Ruhranfälle behinderten Kommandanten mit Frische, Energie und militärischer Umsicht vertreten hat.

Der Kommandant Graf Starhemberg, zur Zeit 45 Jahre alt, hatte schon 19 Jahre zuvor bei St. Gotthardt in Ungarn unter Montecuculi die Türken besiegen helfen. Er war seit 1680 Kommandant von Wien und Oberst der Stadt-Guardia; im laufenden Jahre mit der Armee ins Feld gerückt, war er anfänglich zur Vertheidigung von Raab bestimmt, nun aber, als Wien bedroht war, hierher zurückberufen worden.

Mit dem Kommandanten Hand in Hand wirkte der Bürgermeister und kaiserliche Rath Andreas von Liebenberg. Dessen Thatkraft und Hingebung war hauptsächlich die kriegerische Theilnahme der Bürger und Einwohner an der Vertheidigung und die Unterstützung durch Arbeitsleistungen zur Verstärkung und Ausrüstung der Werke zu danken.

Rühmend erwähnt wird der Bischof Kollonits, ein ehemaliger Malteser-Ritter und Vertheidiger von Kandia, der freiwillig in Wien verweilte; er leitete alle Bestrebungen, die auf

Milderung der Belagerungsnoth zielten — Austheilung der Lebensmittel, Feuerlöschwesen, Krankenpflege.

Die Festungs-Artillerie stand unter dem Stück-Oberst Christoph von Börner.*) Diesen nannte — zwanzig Jahre später — Prinz Eugen seinen „braven Konstabler", der die österreichische Artillerie zur besten der Welt gemacht habe.

Bei der Artillerie zeichnete sich außerdem der Oberstlieutenant Gschwind von Pöckenstein aus, der sich jederzeit auf den gefährlichsten Punkten einfand; gegen Ende der Belagerung wurde er schwer verwundet.

Die Artillerie hatte viele Verluste. Die bürgerlichen Konstabler traten in die Lücken und haben sehr gute Dienste geleistet.

Der Chef des Ingenieurwesens war Georg Rimpler; der nächstälteste Elias Kühn. Außerdem finden sich — ohne Angabe besonderer Leistungen — die Namen Hauptmann Zimmermann und Leonhard Behr. Bedeutender sind die Namen Anguissola und Camucci (als Aufnehmer des Angriffsplanes) und Suttinger, der Schüler, Freund und nachherige literarische Kämpe Rimplers.

Eine Anzahl von Beamten und höheren Offizieren im Ruhestande war freiwillig nach Wien gekommen, um ihre Dienste der Vertheidigung anzubieten. Darunter wird ein alter Oberst Cornelius von Rümlingen als nützlicher Rathgeber Starhembergs genannt.

Die Besatzung bestand aus 73 Kompagnien, zusammen 10 603 Mann und 600 Kürassieren.

Außerdem war eine Bürger-Miliz freiwillig zusammengetreten. Dieselbe bestand aus etwa 20 Kompagnien, in denen sich Männer gleicher Beschäftigung und Lebensstellung oder auch die Nachbarn des gleichen Stadtbezirks zusammenfanden. So die Gastwirthe, die Fleischer, Bäcker, Schuhmacher, Brauknechte, die Kaufleute und Großhändler, Hofbedienstete, Studenten; aus den Gewerken die „ledigen Pursche". Diese Kompagnien erhielten be-

*) Die oben citirten „Gedenkblätter ꝛc." nennen ihn Werner. Es wird dort gesagt, dieser brave Offizier habe sich, als die Türken bereits vor Wien lagerten, mit großer Gefahr durchgeschlichen, um den bedrängten Platz vertheidigen zu helfen.

stimmte Bezirke des Platzes, Thore und Werke zur Vertheidigung angewiesen.

Die Gesammtzahl der streitbaren Vertheidiger kann zu rund 16 000 Mann*) angenommen werden.

Es wurden aus dem kaiserlichen Zeughause 262 und aus dem bürgerlichen 50 Geschütze aufgestellt.

Zu den umfangreichen Armirungsarbeiten stellte die Stadt von Anfang an täglich 1000 Arbeiter. In der ersten Frische der Begeisterung griff Alles mit an, auch Weiber und Kinder. In den späteren Stadien, wo das feindliche Feuer auszuhalten war, wo die Ruhr arg in der Stadt hauste, ist es bisweilen recht schwierig gewesen, die erforderlichen Arbeitskräfte beizutreiben.

14.

Die ersten Reiterschwärme des Feindes wurden am 13. Juli von der Stadt aus sichtbar. Jetzt war es die höchste Zeit, diejenige Armirungsarbeit auszuführen, die anzuordnen dem Kommandanten immer schwer fällt und damals in Wien besonders schwer fallen durfte — der Vertheidiger mußte mit eigener Hand den blühenden Kranz der Vorstädte anzünden und niederbrennen.

Hierbei ereignete es sich in St. Ulrich — dem nachherigen Angriffsfelde — daß kecke tatarische Reiter in die brennenden Gassen drangen, ihrer barbarischen Weise gemäß die noch vorhandenen Einwohner, die bei Bergung ihrer fahrenden Habe sich verspätet hatten, anfielen, niedermachten und beraubten. Ein zur Besichtigung in der Nähe befindlicher höherer Offizier kam mit seiner Kavallerie-Bedeckung den Bedrängten zu Hilfe, ließ kräftig einhauen und verjagte die Tataren. Dies war die erste Berührung mit dem Feinde.

An demselben Tage sprengten zwei türkische Reiter ohne alle Parlamentär-Förmlichkeiten bis an die Glacis-crête und warfen ein Packet in den gedeckten Weg. Dasselbe enthielt das türkische Original und die lateinische Uebersetzung einer vom Großwesir an den Kommandanten gerichteten Aufforderung zur Ueberantwortung der Festung, die der Großherr beschlossen habe, seinem Reiche einzuverleiben. Die türkische Drohung, daß im

*) Die „Gedenkblätter" sagen: beinahe 20 000 Köpfe.

Weigerungsfalle nach Eroberung der Stadt Alles niedergemacht werden würde, fehlte selbstverständlich nicht.

Der Großwesir hatte hiermit sein Programm überreicht. Daß es ihm in beiden Stücken Ernst gewesen, ist nicht zu bezweifeln. Er hat auch gewünscht, die Stadt möglichst unbeschädigt zu gewinnen, und hat sich nur nothgedrungen entschlossen, der Widerstrebenden Gewalt anzuthun.

15.

Im Laufe des 14. Juli kam die türkische Heeresmacht heran, entwickelte sich im weiten westlichen Bogen vor der Stadt und schlug ihre Zelte auf. Es sollen deren 25 000 gewesen sein.

Das umständliche, für Beweglichkeit und Manövrirfähigkeit hinderliche, bei ungünstigen Wendungen gefährliche Kriegszubehör des Zeltlagers und eines großen Trosses konnten die türkischen Heere, sowohl wegen ihrer Organisation als wegen ihrer Art Krieg zu führen, nicht entbehren. In unserem Sinne kantoniren, d. h. die vorhandenen Wohnstätten der Landesbevölkerung zur Unterkunft benutzen, konnten sie nicht. Ihre Zahl war schon zu groß dafür; außerdem aber ließen sie nicht bestehen, was vorhanden war. Ihre Reiterschaaren schwärmten ihnen voraus, und wo diese erschienen gingen alle Dörfer in Flammen auf, verödeten alle Kulturstätten, ward das Land zur Wüste.

Die Hauptmacht der türkischen Infanterie bildeten die Janitscharen. Dieser Name, korrumpirt aus „Jeni — tscheri", bedeutet „junge Truppen". Die Organisation datirt vom Anfange des 15. Jahrhunderts. Sie rekrutirten sich damals vorzugsweise aus jung eingefangenen Christenknaben, die in besonderen Anstalten militärisch und rechtgläubig erzogen wurden. Am Ende des 17. Jahrhunderts waren die Janitscharen eine privilegirte Klasse, sehr ähnlich den russischen Strelitzen. Eben ihrer Privilegien wegen ließen sich viele Staatsangehörige, die im Uebrigen ihrem bürgerlichen Gewerbe nachgingen, in ihre Listen einschreiben. Die eigentlichen Janitscharen waren lebenslängliche Berufssoldaten. Die Ordu (auch „Orta" geschrieben; ins Deutsche in der Form „Horde" übergegangen), zwischen 300 und 1000 Mann fassend, war nicht nur die taktische, sondern auch eine sociale Einheit. Jede hatte in dem betreffenden Garnisonorte ihre „Oda" (d. h. Kaserne) und gemeinschaftliche Verpflegung, die der Staat in

natura lieferte. Sie erhielten außerdem ihren festen Sold, der sehr regelmäßig gezahlt wurde. Diese sociale Ordnung und das gemeinsame Leben in der Garnison mußte auf den Kriegszügen erhalten bleiben; die feste Kaserne fand im wandernden Zeltlager Ersatz und Fortsetzung.

Der Oberbefehlshaber der Janitscharen hatte den Titel Aga; sein Stellvertreter hieß Kiaja-Bey.

Die Janitscharen führten lange Flinten, deren Läufe so gut gearbeitet waren, daß sie kugelschwere Ladung aushielten. Das Kaliber war kleiner als das der Musketen der Kaiserlichen. Scheither giebt aus seinen Beobachtungen in Kandia an, daß die Türken 2 bis 6 Loth, d. h. 35 bis 100 g, geschossen und sich eiserner Ladestöcke zum Festsetzen der mit einer Art Pflaster versehenen Kugeln bedient hätten. Es wird übereinstimmend berichtet, daß die Türken — zufolge ihres umständlichen Ladens — zwar langsam, aber entschieden weiter und sicherer geschossen hätten als die Kaiserlichen.

Wenn der Janitschar das Feuergefecht einstellte, warf er die Flinte mittelst Tragriemen über den Rücken und griff zum krummen Säbel. Er führte außerdem Messer und Pistole im Gürtel, bisweilen auch Hammer und Beil. Die Picke war nicht in Gebrauch.

Für den Fernkampf wurden auch Wurfspieße und — sowohl in großer Menge, wie auch mit großer Geschicklichkeit — Bogen und Pfeil gebraucht. Selbst vergiftete Pfeile müssen — nach der Erfahrung, die bei einzelnen an sich leichten Verwundungen gemacht worden ist — wenigstens vereinzelt zur Anwendung gekommen sein.

Als Schutzwaffen standen Panzerhemden in Gebrauch (schwere Harnische kamen nirgends zur Anwendung); auch wohl Unterarmschienen; auch kleine Sturmhauben; am linken Arm hing ein runder Schild (Tartsche), mit dem man sich im Handgemenge, aber auch in den Laufgräben gegen geworfene Steine und Handgranaten deckte.

Der Janitschar war ein stolzer Gesell, der tapfer kämpfte, aber keinerlei gemeine Arbeit verrichten wollte; hierfür hatte jeder seinen Knecht.

Neben den Janitscharen gab es noch Formationen, die sich aus Albanesen, Bosniern ꝛc. rekrutirten. Jeder Pascha — wir erinnern daran, daß ein solcher nicht nur General, sondern auch Civil-Gouverneur des ihm untergebenen Landestheiles war — hatte

seine Leibgarde. Einige davon waren beritten und bildeten eine Art Dragoner.

Neben den regelmäßigen Truppen, die aus Staatseinkünften festen Sold bezogen, gehörten zu der großen Heeresmacht, die jetzt vor Wien sich lagerte, zahlreiche Hilfsvölker; diese waren weniger der Festung als dem Lande gefährlich, denn sie waren vorzugsweise auf Beute angewiesen.

Die reguläre türkische Reiterei bildeten die Spahis. Sie und ihre Pferde hatten keinerlei Schutzbekleidung und waren überaus leichtfüßig und beweglich. Sie führten Lanzen mit Fähnchen, den Säbel, manche auch lange Stoßdegen; auch Keulen, Hammer, Beile, Pfeil und Bogen, Pistolen.

Spahis und Tataren sind für den in Betracht kommenden Zeitraum und im militärischen Sinne gleichbedeutend; sie waren die überall Umherschweifenden, unvermuthet Auftauchenden, wo sie erschienen, Verderbenbringenden. Ihr Ansturm war heftig, aber nicht wuchtig und nachhaltig; sobald ihnen die Stirn geboten wurde, ließen sie ab und flüchteten. Dies lernten nicht nur die kaiserlichen Truppen, sondern auch die Bewohner des platten Landes. Nicht nur Städte und Burgen, sondern selbst Dörfer erwehrten sich ihrer, sobald sich eine Schaar besonnener und muthiger Männer zusammenfand, die sich nicht auf den ersten Anlauf sprengen ließ.

Die Türken führten viele und schwere Geschütze. Wo die Oertlichkeit es erlaubte, wendeten sie Wassertransport an; zu Lande Büffel-Gespanne.

Sie hatten eine Artillerie (Topdschi), die nicht nur das Geschütz bediente, sondern auch das Artillerie-Material herstellte und verwaltete. Ein zahlreiches Handwerker-Personal und auch besonders ausgebildete Mineure gehörten dazu.

Das umfangreiche Kriegszubehör wurde auf schweren vierrädrigen Wagen mit Leinwandplanen und auf Tragthieren, namentlich Kameelen, herangeführt.

Das zur Belagerung von Wien bereite Heer dürfte rund 160 000 Mann stark gewesen sein; zehnmal so stark wie die Besatzung.

16.

Während der Belagerer auf dem rechten oder westlichen Donau-Ufer im Halbkreise den Platz umschloß, sein Lager schlug

natura lieferte. Sie erhielten außerdem ihren festen Sold, der sehr regelmäßig gezahlt wurde. Diese sociale Ordnung und das gemeinsame Leben in der Garnison mußte auf den Kriegszügen erhalten bleiben; die feste Kaserne fand im wandernden Zeltlager Ersatz und Fortsetzung.

Der Oberbefehlshaber der Janitscharen hatte den Titel Aga; sein Stellvertreter hieß Kiaja-Bey.

Die Janitscharen führten lange Flinten, deren Läufe so gut gearbeitet waren, daß sie kugelschwere Ladung aushielten. Das Kaliber war kleiner als das der Musketen der Kaiserlichen. Scheither giebt aus seinen Beobachtungen in Kandia an, daß die Türken 2 bis 6 Loth, d. h. 35 bis 100 g, geschossen und sich eiserner Ladestöcke zum Festsetzen der mit einer Art Pflaster versehenen Kugeln bedient hätten. Es wird übereinstimmend berichtet, daß die Türken — zufolge ihres umständlichen Ladens — zwar langsam, aber entschieden weiter und sicherer geschossen hätten als die Kaiserlichen.

Wenn der Janitschar das Feuergefecht einstellte, warf er die Flinte mittelst Tragriemen über den Rücken und griff zum krummen Säbel. Er führte außerdem Messer und Pistole im Gürtel, bisweilen auch Hammer und Beil. Die Picke war nicht in Gebrauch.

Für den Fernkampf wurden auch Wurfspieße und — sowohl in großer Menge, wie auch mit großer Geschicklichkeit — Bogen und Pfeil gebraucht. Selbst vergiftete Pfeile müssen — nach der Erfahrung, die bei einzelnen an sich leichten Verwundungen gemacht worden ist — wenigstens vereinzelt zur Anwendung gekommen sein.

Als Schutzwaffen standen Panzerhemden in Gebrauch (schwere Harnische kamen nirgends zur Anwendung); auch wohl Unterarmschienen; auch kleine Sturmhauben; am linken Arm hing ein runder Schild (Tartsche), mit dem man sich im Handgemenge, aber auch in den Laufgräben gegen geworfene Steine und Handgranaten deckte.

Der Janitschar war ein stolzer Gesell, der tapfer kämpfte, aber keinerlei gemeine Arbeit verrichten wollte; hierfür hatte jeder seinen Knecht.

Neben den Janitscharen gab es noch Formationen, die sich aus Albanesen, Bosniern ꝛc. rekrutirten. Jeder Pascha — wir erinnern daran, daß ein solcher nicht nur General, sondern auch Civil-Gouverneur des ihm untergebenen Landestheiles war — hatte

ine Leibgarde. Einige davon waren beritten und bildeten eine rt Dragoner.

Neben den regelmäßigen Truppen, die aus Staatseinkünften sten Sold bezogen, gehörten zu der großen Heeresmacht, die jetzt or Wien sich lagerte, zahlreiche Hilfsvölker; diese waren weniger er Festung als dem Lande gefährlich, denn sie waren vorzugsweise auf Beute angewiesen.

Die reguläre türkische Reiterei bildeten die Spahis. Sie nd ihre Pferde hatten keinerlei Schutzbekleidung und waren überus leichtfüßig und beweglich. Sie führten Lanzen mit Fähnchen, en Säbel, manche auch lange Stoßdegen; auch Keulen, Hammer, Beile, Pfeil und Bogen, Pistolen.

Spahis und Tataren sind für den in Betracht kommenden Zeitraum und im militärischen Sinne gleichbedeutend; sie waren ie überall Umherschweifenden, unvermuthet Auftauchenden, wo sie rschienen, Verderbenbringenden. Ihr Ansturm war heftig, aber icht wuchtig und nachhaltig; sobald ihnen die Stirn geboten urde, ließen sie ab und flüchteten. Dies lernten nicht nur die aiserlichen Truppen, sondern auch die Bewohner des platten andes. Nicht nur Städte und Burgen, sondern selbst Dörfer rwehrten sich ihrer, sobald sich eine Schaar besonnener und uthiger Männer zusammenfand, die sich nicht auf den ersten nlauf sprengen ließ.

Die Türken führten viele und schwere Geschütze. Wo die ertlichkeit es erlaubte, wendeten sie Wassertransport an; zu Lande üffel-Gespanne.

Sie hatten eine Artillerie (Topdschi), die nicht nur das Geschütz bediente, sondern auch das Artillerie-Material herstellte nd verwaltete. Ein zahlreiches Handwerker-Personal und auch esonders ausgebildete Mineure gehörten dazu.

Das umfangreiche Kriegszubehör wurde auf schweren vierädrigen Wagen mit Leinwandplanen und auf Tragthieren, namentich Kameelen, herangeführt.

Das zur Belagerung von Wien bereite Heer dürfte rund 0000 Mann stark gewesen sein; zehnmal so stark wie die Besung.

16.

Während der Belagerer auf dem rechten oder westlichen au-Ufer im Halbkreise den Platz umschloß, sein Lager schlug

und sofort auch an die Eröffnung des förmlichen Angriffs ging, war das mährische Donau-Ufer noch frei, der Herzog von Lothringen lagerte sogar, der Festung unmittelbar nahe, mit seiner Reiterei auf der Tabor-Au.

Da er der Stadt damit doch nichts hat nützen können, wollen wir vorgreifend über das Ende seiner direkten Verbindung mit derselben berichten.

Der Herzog mußte sehr bald inne werden, daß die Türken ihn nicht unbelästigt würden stehen lassen; die Donau war ziemlich seicht und für die türkische Reiterei kein Hinderniß; bei Nußdorf, an der Theilungsspitze oberhalb der Stadt, kamen sie in großen Haufen auf das linke Ufer.

Der Herzog mußte fürchten, auf seiner Insel mit eingeschlossen zu werden. Durch ein glückliches Gefecht, in dem er die Andrängenden energisch zurückwarf, gewann er Zeit, auf das mährische Ufer zu defiliren und die Tabor-Brücke hinter sich abzubrennen. Er zog am linken Ufer stromauf, über Nußdorf hinaus bis Jedlersee, wo er Stellung nahm.

Unmittelbar nach seinem Abzuge — am 16. Juli Abends — besetzten die Türken die Tabor-Au, zu der sie oberhalb und unterhalb der Stadt durch Brücken über den Donau-Kanal den Zugang sicherten, und schlossen damit den Cernirungsgürtel um die belagerte Stadt.

17.

Bei der Berathung über die Wahl der Angriffsfront hatten sich zwei Ansichten gegenübergestanden. Die eine — angeblich von einem französischen Ingenieur vertreten — bevorzugte dieselbe Stelle, die im Jahre 1529 Sultan Suleiman ausgewählt hatte. Allerdings bestanden damals die heutigen Basteien noch nicht, aber der Grundriß des Umzugs war nahezu und das Vorterrain war gänzlich das damalige. Suleimans Angriff hatte etwas weiter südlich gelegen, er würde gegen das heut wie damals bestehende Kärnthner- (oder Karner-) Thor und die jetzt links von demselben bestehende Wasserkunst-Bastei zu richten gewesen sein.

Die bezeichnete kürzere Front konnte heut wohl mit Recht für schwächer als die benachbarte Burg-Löbl-Front erklärt werden. Auch schien die Rechtsschiebung in Erwägung der Richtung, aus der wahrscheinlich der Entsatz kommen würde, und derjenigen, nach

welcher eventuell der eigne Rückzug zu nehmen war, mehr gesichert. Für den förmlichen Angriff war dagegen hier kein günstiges Terrain: der Wienfluß lag zu nahe; bei starkem Sommerregen trat derselbe bisweilen über, und in dem flachen Ufergelände lag der Grundwasserspiegel so, daß alle Sappenarbeit, namentlich später im Graben, schwierig geworden wäre.

Vor der Burg lag nun freilich die stärkste der Landfronten dafür war aber das Vorfeld wasserfrei, für Sappeur- und Mineurarbeit günstig, und in angemessenem Abstande einige gute erhöhte Artillerie-Positionen bietend.

Die Wahl dieser Front soll besonders der Ingenieur des Großwesirs, Achmet-Bey, befürwortet haben. Es wird berichtet, dieser türkische Ingenieur sei zuvor bei Tököly, und damals einer Gesandtschaft beigegeben gewesen, die der vom Kaiser sehr entgegenkommend, beinahe als berechtigte kriegführende Macht behandelte Rebell nach Wien an den Hof geschickt hatte. Bei dieser Gelegenheit soll er Festung und Außenfeld sehr genau studirt und nach dem Augenschein die Wahl der Angriffsfront getroffen haben.

Achmet-Bey muß ein anschlägiger Kopf gewesen sein; zu Tököly war er aus einem Kapuzinerkloster gekommen, dem er entlaufen war!

18.

Bereits am 14. Juli Abends begannen die Türken Batterien und Approchen. Als Basis dienten ihnen die Trümmer der Vorstadt St. Ulrich und (wie Fig. 2 zeigt) zwei Geschützaufstellungen hinter den Flügeln des Angriffsfeldes. Bereits 24 Stunden später konnten einige Geschütze vom Kroatendörfl aus das Feuer eröffnen. Dieser wichtige Punkt erhielt im Fortgange der Belagerung eine größere Zahl von Geschützen.

Die Entfernung, in welcher die Laufgräben eröffnet worden sind, wird zu nur 300 Schritt angegeben. Diese Angabe erregt Bedenken. Sie stimmt auch nicht zu dem Anguissola'schen Plane. Zieht man jene Querstraße von St. Ulrich in Betracht, die in Fig. 2 markirt ist und das vordere Treffen der türkischen Geschützaufstellung bildet, so findet man hier etwa 350 m Abstand. Für die hintere Batterielinie ergeben sich fast 600 m. Plan und Zahlenangabe nähern sich in leidlich zufriedenstellender Weise, wenn man „Schritt" nicht im heut gebräuchlichen Sinne, sondern als den von

den lateinischen militärischen Schriftstellern angewendeten römischen Doppelschritt (passus) versteht, dessen sich in der That die Schriftsteller des 16. und 17. Jahrhunderts nicht selten noch bedienten.

Der passus = 5 römische Fuß ist = 1,48 m; mithin 300 Schritt = 444 m. Dieses Maß entspricht der Entfernung des „rothen Hofes" in St. Ulrich, wo die Türken ihr „Rüsthaus" (Depot) eingerichtet hatten, vom Burg-Ravelin.

Daß die Türken — nach dem Plane zu urtheilen — ihre erste Geschützaufstellung 600 m = 800 (einfache) Schritt vom Festungsgeschütz genommen haben, ist sehr glaublich.

Am 15. Juli Abends waren zwei Annäherungswege auf 60 bis 70 Schritt von dem ausspringenden Winkel des gedeckten Weges vor dem Burg-Ravelin heran; am 17. auf 30 bis 40 Schritt.

19.

Bevor wir die historische Entwickelung des vorliegenden Einzelfalls, der Belagerung von Wien, weiter verfolgen, erachten wir es für zweckmäßig, ein allgemeines Bild des türkischen förmlichen Angriffs zu entwerfen, und zwar der Reihe nach: den oberirdischen, den Sappenangriff, die Annäherungs- und Deckungsarbeiten; die Batterien; die Thätigkeit und Wirkungsweise des Mineurs; endlich das Stürmen in Betracht zu ziehen.

Um zu erkennen, daß die Türken (wie ihre größten und bekanntesten Belagerungen, Kandia und Wien, bezeugen) ein eignes System der Ceremonial-Attacke ausgebildet hatten, muß man sich der zu gleicher Zeit im christlichen Europa üblichen erinnern. Ueber diese geben Freitag (1631), Dilich (1640), Medrano (1687) Auskunft.

Unter „Attacke" verstand man damals das Vorgehen auf einer Kapitale; jetzt bereits meistens der eines Bastions, nur bisweilen noch (bei langen Fronten und kleinen schwachen Ravelins) gegen eine Kurtine.

Die Attacke begann 90 Ruthen oder rund 340 m von der Angriffsfront mit dem Bau einer Redoute (auch corps de garde genannt) von 30 m Seite. Nachdem die Redoute vertheidigungsfähig und besetzt war, wurden 200 bis 400 Mann zur Aushebung eines geradlinigen Deckungsgrabens angestellt, der — je nach der Oertlichkeit — möglichst gegen den Platz zu, aber doch horizontal defilirt, d. h. links oder rechts diesseits der weitest vorspringenden

Festungswerke vorbeistrich und mit einer Redoute gleich der ersten endete. Diesem ersten „Schlage" der „Approche" wird der zweite, nach der andern Seite defilirte angefügt; an dessen vorderem Ende die dritte Redoute. Diese Zickzackführung und schlagweis gleichzeitig durch anfangs ungedeckte Arbeiter erfolgende Herstellung wird fortgesetzt, bis das Musketenfeuer des Platzes es verbietet. Die Grundrißform bleibt ferner dieselbe, die Ausführung erfolgt als Sappe, die nur ihre Spitze oder Tete vorschiebt. Teten-Deckung schafften sich die Sappeurs durch Schirme auf Rädern und Wollsäcke.

Auf dem Glacis spaltet sich die Approche und breitet sich rechts und links aus.

Die Batterien wurden gleichzeitig aber unabhängig seitwärts der Schläge in Redouten- oder Halbredoutenform hergestellt.

Von dem vordersten, gegen die Festung Front machenden Laufgraben aus machte man mittelst fallender Galerie (Holzhohlbau) den Graben-Nieder-, mit Sappe oder gleichfalls Galerie den Graben-Uebergang und setzte den Mineur an der Escarpe an (sobald der Vertheidiger es zuließ).

Bisweilen gestattete das Terrain die im Zickzack lavirenden, rechts und links weit ausgreifenden Approchen nicht. Dann ging man in einem Graben mit beiderseitiger Brustwehr (doppelte Sappe) geradeaus vor und schützte sich gegen Einsicht und Bestreichung durch abwechselnd rechts und links Durchgang gestattende Schanzkorb-Traversen, oder man legte in geeigneten Abständen „Chandeliers", hängende Blendungen an, d. h. Faschinenpackungen in einem Holzgerüst, von Krone zu Krone der beiderseitigen Brustwehren gelegt, die, von der Festung gesehen, in der Verkürzung einander deckend, keinen Einblick und direktes Schießen gestatteten.

Nach dem Zeugnisse Medranos hatte man es zur Zeit schon als zweckmäßig erkannt, zwei Attacken der geschilderten Art symmetrisch zu führen und so zu verbinden, daß je zwei Schläge der einen und zwei der andern zusammen einen rautenförmigen Raum ganz umschlossen, in welchem selbstredend eine Batterie die aufs beste gesicherte Lage hatte. Man ging noch einen Schritt weiter. Die aufeinander zulaufenden Schläge der beiden Nachbarattacken führte man nicht so steil gegen den Platz, als es das horizontale Defilement erlaubt haben würde, sondern mehr parallel zur Angriffsfront, um eine Frontal-Position gegen den Platz von 200 bis

300 m Länge zu gewinnen. Dies ist der Keim — sowohl der Sache, wie der Benennung nach — der Parallelen.

Medrano nennt den Angriff mit Parallelen eine neue Erfindung und giebt folgende Anleitung:

An Stelle der Freitag'schen Redoute bildet jetzt, 300 m vom Platze, ein Laufgraben von 200 bis 250 m Länge mit Redouten an beiden Flügeln die Basis des Laufgraben-Systems.

Nahe bei den Redouten brechen geradlinige Schläge, horizontal defilirt, unter sich divergirend, vor, die in angemessenem Abstande durch eine zweite Parallele verbunden werden, die länger ist als die erste. Dieser Wechsel wiederholt sich. Medranos Skizze zeigt fünf solche Parallelen.

Noch etwas weiter ausgebildet fand Vauban dieses Schema vor. Darüber berichtet Belidor:

Der Abstand der ersten Parallele betrug jetzt schon 300 Toisen = rund 500 m. In ihrer Mitte lag die batterie royale für 30 bis 40 Kanonen, die Alles, was sie sehen konnte, beschoß.

Die zweite längere Parallele in 250 m Abstand; in ihr die Geschütze der ersten jetzt maskirten Position.

Die dritte Parallele 60 bis 75 m vom Glacis.

Dann Sappen gegen die drei Saillants des gedeckten Weges.

20.

Terrain gewinnen und das gewonnene behaupten, sind die unerläßlichen Bedingungen der Offensive; daher auch des förmlichen Angriffs. In den „Annäherungswegen" (Approchen) und den „Waffenplätzen" (diese Bezeichnung ist charakteristischer als „Parallelen") kommen diese Grundregeln zur Anwendung. Diese beiden Hauptstücke zeigt daher auch der türkische Angriff, aber in eigenartiger Gestaltung.

Der Angriff ist speciell in Wien augenscheinlich klar disponirt. Zuerst sollte das Burg-Ravelin, dann sollten die dahinter zur Seite liegenden Basteien fallen. In jeder Kapitale wurde demgemäß eine Annäherung für erforderlich erachtet. Das eigenthümliche Aussehen des türkischen Sappenangriffs ist unsres Erachtens durch drei Umstände verursacht worden: 1) durch die große Menge der Truppen, die zu Gebote standen und bei allen stürmischen Anläufen auch verwendet werden sollten; 2) durch den Umstand, daß die Leitenden um Arbeiter niemals verlegen zu sein brauchten,

denn wenn die vorhandenen Sklaven nicht ausreichten, wurden die Reiter ausgesandt, die aus dem Lande umher die Bewohner zum Frondienst zusammentrieben; 3) dadurch, daß die türkischen Offiziere verschmähten oder nicht verstanden, auf dem Felde abzustecken, zu traciren oder mit der Bussole zu arbeiten.

Den ersten Beweis für unsere Behauptung liefern die Annäherungswege der drei Kapitalen. Die Leitung des Angriffs auf das Ravelin als des zunächst wichtigsten hatte sich der Großwesir selbst vorbehalten und seine vornehmsten Unterbefehlshaber, den Janitscharen-Aga und dessen Stellvertreter und den Pascha von Rumelien, sich beigeordnet. Auf der Ravelin-Kapitale wurde dementsprechend in 4 Linien vorgegangen. Jede der Bastions-Kapitalen war je 2 Paschas zugewiesen und erhielt entsprechend zwei Annäherungslinien.

Diese Annäherungslinien zeigen aber keine Spur der in Europa gebräuchlichen lavirenden Zickzackführung; sie nehmen ihren Lauf wie das Wasser, das nach einem starken Gewitterregen auf einer fast horizontalen Fläche sich verläuft; sie halten ersichtlich im Ganzen Richtung, aber im Einzelnen serpentiniren sie unaufhörlich bald rechts, bald links. Scheinbar ganz regellos, werden diese steten Richtungsveränderungen wohl den Zweck gehabt und erfüllt haben, den auf beiden Seiten mit Brustwehren eingefaßten Graben in sich selbst zu traversiren.

Die Annäherungswege sind gekreuzt durch Waffenplätze d. h. Laufgräben nach der Quere des Angriffsfeldes, also in der Richtung der Parallelen. Deren liegen aber nach der Tiefe des Angriffsfeldes nicht drei (oder fünf, wie sie Medrano darstellt), sondern dicht nacheinander eine sehr große Menge. Ein Versuch der Zählung ergab ihrer 24 auf eine Tiefe des Angriffsfeldes von 260 m. Man wird der Wahrheit also nahe kommen, wenn man sagt, die Türken hätten ihre Waffenplätze durchschnittlich von 10 zu 10 m angelegt. Annäherungswege und Parallelen sehen im Bilde aus wie ein Fetzen von einem Gewebe, jene die Kette, diese den Einschlag bildend.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Aufnehmer der Angriffsarbeiten in Wien (wie vormals die in Kandia) nicht im Entferntesten jeden einzelnen Faden des Einschlages genau vermessen und richtig eingetragen haben; die Bilder verschiedener Verfasser stimmen nicht entfernt überein; es wäre auch von geringem Nutzen

gewesen, dieses Gewirr mit peinlicher Genauigkeit wiederzugeben. Anscheinend waltet das Gesetz, daß in der Tiefe d. h. am Anfange des Angriffsfeldes die dicht voreinander liegenden Quergräben oder Parallelen nur je einer Kapitale angehören; weiter vorwärts (wo ja auch die Kapitalen konvergiren) fließen einzelne Querschläge der verschiedenen Kapitale in einander und bieten das Bild durchlaufender Parallelen dar. Das vorderste Glied dieser tiefen Phalanx von Laufgräben hat Lage, Aussehen und Ausdehnung der üblichen Glacis-krönung.

Die Bilder des Wiener Sappen-Angriffs auf dem Anguissola-schen Plane und dem von Herlin der Gesammtausgabe von Rimplers Schriften beigefügten sind einander im Einzelnen gar nicht ähnlich, zeigen aber übereinstimmend den vorstehend geschilderten Typus. Dasselbe ist der Fall mit den von Scheither mitgetheilten Plänen des Angriffs auf Kandia. Auf letzterem zeigt sich als Basis des Angriffsfeldes eine den ganzen Platz vom Meeresufer bis wieder zum Meeresufer umziehende Circumvallation. Die Basis vertreten bei Wien die entferntesten Batterien. Die einzelnen Approchen entspringen bei Wien in dem für die Ansicht von der Festung aus wahrscheinlich undurchdringlich gewesenen Trümmer-Gewirr von St. Ulrich. Deutlich erkennbar ist eine dem Wiener Angriffsfelde eigenthümliche Flankensicherstellung, die in Fig. 2 an beiden Seiten des Angriffsfeldes durch die Worte „randsichernder Laufgraben" markirt ist. Ueber diesen den Annäherungswegen ähnlich sich schlängelnden Saum geht keiner der Quergräben hinaus; viele münden in ihn.*)

Auf dem so wie geschildert zubereiteten Sappenfelde stand die Laufgrabenwache des Angreifers in jedem Augenblicke so zu sagen in drei Kolonnen (den drei Kapitalen), die später in eine zusammenflossen, und deren Flügelrotten eine halbe Wendung gemacht hatten, gefechtsbereit, dem Feinde, mochte er in Front oder Flanke anlaufen, die Stirn zu bieten.

Die dichte Lage der Laufgraben-Glieder, von denen in jedem Augenblick das vorderste, in der Herstellung begriffen, deckungs-

*) Nach dem Anguissola-Plane in „Das Kriegsjahr 1683". — Der Herlinsche Plan deutet die Rand-Approchen auch an; das ganze System tritt aber nicht so klar hervor wie bei jenem.

und wehrlos war, machte diesen Umstand ungefährlich, weil das nächste bereits vertheidigungsfähige Glied dicht hinter jenem war.

Die in Rede stehende Anordnung gab dem Vorschreiten des Angreifers unverkennbar große Solidität. Andererseits hatte sie zur Folge, daß es für das schwere Geschütz der Festung kaum einen Fehlschuß gab. Das Merkwürdigste aber ist das außerordentliche Arbeitspensum an Erdbewegung, zu dem der Angreifer sich verstehen mußte. Dafür aber wußten die Türken Rath. Die Aussicht auf die Bastonade, das Niederschießen und Kopfabschlagen machte die Zwangsarbeiter willig, arbeitslustig und muthig im Feuer!

Aus den oben wiedergegebenen Berichten über das schnelle Vorwärtskommen auf der Ravelin-Kapitale möchte zu schließen sein, daß die Annäherungswege zunächst den Parallelen vorausgeeilt sind.

Daß die Türken im wirksamen Bereich des Musketenfeuers zum wirklichen Sappiren, d. h. von der sogenannten flüchtigen zur völligen Sappe übergegangen sind, und wie sie dasselbe betrieben haben, zeigt der Nebenname der „Erdwalze": „türkische Sappe."

Aus den Wiener Berichten ist zu entnehmen, daß die Türken ihre Eingrabungen sehr gut gedeckt haben; auch — wo es nöthig war — durch Decken und Blendungen gegen Wurffeuer und Einsicht. Vielleicht haben sie auch gethan, was Scheither von Kandia berichtet: Sie gruben dort von den Laufgräben aus Erdlöcher — „Grotten" nennt er sie an anderer Stelle — abwärts in den gewachsenen Boden, deren Eingang sie mit härenen Wollsäcken von 1,5 m Länge verhingen. In diesen Schutzörtern blieben sie bisweilen auch bei Ausfällen und feuerten über die Säcke hinweg auf die Eingedrungenen. — In den nahen Verbauungen versahen sie die Brustwehren mit Sand- und Wollsackscharten, durch die sie, sehr sorgsam zielend, wirksam schossen.

Für die höheren Befehlshaber wurden Schutzhohlräume aus großen Schanzkörben, Balkenholz, Sand- und Wollsäcken hergestellt. Der Großwesir machte seine Besichtigungstouren in einer gepanzerten Sänfte.

21.

Die Berichte über die türkischen Batterien vor Wien sind dürftig; über ihre bauliche Einrichtung findet sich keine Belehrung.

Die Türken hatten im Allgemeinen Neigung für hohe, womöglich das Feſtungsgeſchütz überhöhende. Von Kandia berichtet Scheither, daß ſie, um dem zu genügen, es ſich nicht hätten verdrießen laſſen, die Erde in Säcken herbeizuſchleppen, wo der Felsboden kein Ausſchachten geſtattete. Wenn die Batterien iſolirt lagen, gaben ſie ihnen die Form von Redouten.

Auf dem Angriffsfelde von Wien begünſtigte die Oberflächengeſtalt des Geländes und die Bedeckung durch die Trümmer der niedergebrannten Vorſtadt St. Ulrich die Anlage der in Fig. 2 markirten beiden Geſchützaufſtellungen. Die Türken haben nachmals auch in den vorderen Poſitionen einige Batterien ſowohl für Kanonen als Mörſer angelegt, doch haben dieſelben keinen charakteriſtiſchen Einfluß auf den Gang der Ereigniſſe gehabt. Das Geſchützfeuer iſt im Ganzen lebhaft und auch wirkſam geweſen, hat aber nicht eigentlich die Führung gehabt, iſt zu keiner Zeit das Organ des Fortſchrittes des Angriffs geweſen.

Als ſolches muß vielmehr der Mineur angeſehen werden, der ja übrigens nicht im Gegenſatze zur Artillerie ſtand, ſondern nur eine zweite Lebensäußerung derſelben war, die zweite Form der Wirkſamkeit des Pulvers neben der im Geſchütz.

22.

Wo der Sappeur wegen zu großer Nähe an der feindlichen Stellung hinter der Palliſadirung des gedeckten Weges nicht mehr vorwärts kam, da ſetzte der Mineur ein. Indem er die Palliſaden und ihre Beſatzung in die Luft ſprengte, ſchuf er eine materielle Lücke, eine moraliſche Verwirrung und eine Lähmung der Kräfte die der Sappeur zum ſprungweiſen Terraingewinn benützen konnte. In der Regel begnügte man ſich damit nicht, ſondern ließ einen Akt des gewaltſamen Angriffs, einen Sturm gegen die erſchütterte Poſition unmittelbar folgen, um möglichſt weit vorzugreifen. Sappeur, Mineur und Sturmläufe arbeiteten ſich von jetzt an in die Hände. Es war wieder der Mineur, der die Mauerbekleidung der Contreſcarpe einwarf, um einen Abſtieg in den Graben zu gewinnen, den der Sappeur gedeckt herſtellte. Dann rangen von beiden Seiten Feuergewehr und blanke Waffe um den Beſitz des Grabens, bis der Sappeur den Uebergang ſichergeſtellt hatte und der Mineur die Breſchmine an der Escarpe anſetzen konnte.

Dasselbe Zusammen- und Wechselwirken der drei Potenzen erklomm dann die Bresche und rückte von Abschnitt zu Abschnitt vor.

Die Vertheidiger von Wien haben diesen Weg dem Angreifer zu einem überaus blutigen, sein Vorrücken zu einem sehr langsamen gemacht. Nur in dem einen Factor, dem Mineurwesen, waren sie ihm nicht ebenbürtig. In dieser Beziehung war Wien das Gegenstück zu Kandia. Dort war der Contre-Mineur der Ueberlegene. Er hatte ein ausgedehntes vorbereitetes Minenfeld und konnte in dem günstigen, standfesten und doch nicht allzu schwer zu bearbeitenden Boden ohne zeitraubenden Holzausbau flott überall hin vordringen. Es stand ihm auch ein berufsmäßig geschultes Arbeits-Personal zu Gebote. Beides fehlte in Wien.

23.

Nachdem die Angriffs-Methode der Türken und ihre Anwendung vor Wien in einem allgemeinen Charakterbilde geschildert worden, werden sich die einzelnen historischen Momente leichter verstehen lassen.

Bevor jedoch das Haupt-Angriffsfeld in Betracht gezogen wird, erscheint es zweckmäßig, den Nebenangriff, der ohne entscheidenden Einfluß geblieben ist, abzufertigen.

Es ist gesagt, daß unmittelbar nach dem Abzuge des Herzogs von Lothringen, am 16. Juli Abends, die Türken die Tabor-Au in Besitz genommen haben. Das linke Ufer des Donau-Kanals, der Wasserfront am rothen Thurm gegenüber, wurde mit einem einfachen Laufgraben umsäumt, zu dem zahlreiche kurze Approchen aus den deckenden Ruinen der niedergebrannten Leopoldstadt führten. An vier Punkten — Straßenknoten und Uferplätze der Leopoldstadt benutzend — wurden Batterien gebaut, um die erreichbaren Werke der Ost- und Südost-Fronten: Wasser-Schanzl, Gonzagawerk, Biber- und Dominikaner-Bastei, sowie die angrenzenden Stadttheile zu beschießen. Das Festungs-Geschütz war hier im Vortheile des Umfassens; es wehrte sich so gut und wirksam, daß der Angriff erlahmte. Auch ein Versuch der Türken, die nur im Oberbau abgebrannte Schlagbrücke zum Uebergange wiederherzustellen, wurde vereitelt und nicht wiederholt.

Immerhin war es für den Belagerten eine Verschärfung der Bedrängniß, daß er nicht allein frei vor sich sehen konnte, sondern

einen Feind im Rücken hatte, von dem er geneckt, beläſtigt, ja vielleicht doch auch ernſtlich bedroht war.

24.

Wir wenden uns nunmehr den Ereigniſſen auf dem Felde von St. Ulrich zu.

Am 19. Juli machten die Belagerten ihren erſten Ausfall gegen die am weiteſten vorgedrungene Spitze des Angriffs auf der Ravelin-Kapitale. Sie ſchlugen ſich tapfer, ſchädigten auch den Feind, konnten aber doch keinen nennenswerthen Aufenthalt verurſachen.

Die Türken empfanden das energiſche Feuer des Vertheidigers, namentlich das ſeiner Hagel-Mörſer, und hatten viele Todte.

Am 23. Juli ſprangen die erſten türkiſchen Minen; ſie warfen Palliſaden in den ausſpringenden Winkeln des gedeckten Weges vor den Angriffs-Baſtionen ein und tödteten einige Mann der Beſatzung. Die Türken ſtürmten, wurden aber zurückgewieſen; die Lücken ſofort wieder geſchloſſen.

Am 24. Juli wurde erkannt, daß an der vorigen Stelle neue Minen in Arbeit ſeien, denen man entgegenzugraben verſuchte.

Es nimmt Wunder, daß nicht gleich bei der Ausrüſtung von Wien zur Belagerung auf die Beſchaffung von Mineuren Bedacht genommen worden iſt. Die Belagerung von Kandia war doch damals in friſchem Andenken; man wußte überhaupt, daß bei einer förmlichen Belagerung im Stile der Zeit der Mineur eine große Rolle ſpiele.

In den Nachrichten über die Aufſtellung der kaiſerlichen Armee für den bevorſtehenden Türkenkrieg von 1683 findet ſich die Angabe, es ſeien in Tyrol „beſondere Minirer" geworben worden; wo waren die wohl geblieben, als es ſich um die Formirung der Beſatzung von Wien handelte?

Die „Gedenkblätter ꝛc." ſchreiben: „Die Wirkung dieſer Minen vom 23. Juli veranlaßte Starhemberg, dem Feinde mit Minen entgegenarbeiten zu laſſen, um ihn dadurch zu einem ermüdenden Minenkriege zu zwingen, durch welchen die Feſtung bei der Hoffnungsloſigkeit eines baldigen Entſatzes Zeit gewinnen konnte."

Das ſind ſehr volltönende Worte; ſie geben aber kein richtiges Bild von der Sachlage. Ein richtiger „Minenkrieg" hätte am

Fuße des Glacis oder doch wenigſtens auf dem Glacis beginnen müſſen; der Contre-Mineur durfte nicht warten bis Palliſaden im gedeckten Wege umgeworfen waren, um nun erſt in aller Eile entgegenzugraben. Der Schreiber des citirten Satzes erweiſt ſeinem Helden keinen guten Dienſt, wenn er ihn erſt jetzt den Entſchluß faſſen läßt, Minen mit Minen zu bekämpfen.

Man iſt nicht genöthigt, den Kommandanten und ſeinen Ingenieur der Verſäumniß zu beſchuldigen, denn beide hatten auf die Ausrüſtung des Platzes kaum Einfluß gehabt. Dieſe Ausrüſtung hatte eigentlich der Zufall gemacht: Der Herzog von Lothringen überließ dem Platze von ſeinem Fußvolk ſo viel, als er irgend entbehren zu können glaubte, im kaiſerlichen und im bürgerlichen Zeughauſe waren Waffen und Munition — Mineure waren zufällig nicht vorhanden; nur die bürgerlichen Brunnenarbeiter und einige zufällig in der Stadt befindliche Bergleute lieferten nothdürftig ein Perſonal.

Mögen wir nun von Starhemberg und Rimpler noch ſo günſtig denken und ihnen zutrauen, daß ſie die Lücke in ihrer Vertheidigung früh erkannt und ſie auszufüllen beſchloſſen haben mögen — thatſächlich iſt erſt am 24. Juli verſucht worden, dem feindlichen Mineur entgegenzugraben.

Da Rimpler ſchon am 25. Juli vom Schauplatz abtreten mußte, erklärt es ſich, daß in unſeren beiden beſten Quellen ſeiner als eines Leiters oder Organiſators des Vertheidigungs-Minenweſens nicht gedacht wird. Im „Kriegsjahr 1683“ werden der Ingenieur Camucci (ein Venetianer) und der Hauptmann Hafner von der Stadt-Guardia als die Leiter der Mineur-Arbeiten bezeichnet.

Am 25. Juli, Nachmittags zwiſchen 4 und 5 Uhr, geſchah, was gefürchtet und nicht zu verhindern geweſen war: eine ſtarke Mine öffnete die Spitze des gedeckten Weges vor dem Ravelin. Nicht nur der augenblickliche Verluſt war empfindlich, die Lage war überhaupt gefährlich, da die Janitſcharen mit großer Heftigkeit anſtürmten, um den gedeckten Weg in Beſitz zu nehmen. Es gelang dennoch, durch Zuführung von Hilfe, den Poſten zu behaupten. Dreimal ſtürmte der Feind und wurde dreimal zurückgewieſen, das letzte Mal bis in die Glacisкrönung, wo der Ausfall ſich lange genug behauptete, um eine Strecke derſelben für den Augenblick vertheidigungsunfähig zu machen.

Unter den Opfern dieses Tages war Rimpler, dem in der feindlichen Tranchée durch einen Schuß der linke Arm zerschmettert wurde. Er erlag am 2. August seiner schweren Verwundung.

Am 26. Juli versuchte der Vertheidiger seine erste Sprengung, hatte aber keinen Erfolg; vorläufig verstand man wahrscheinlich weder Ort noch Ladung zu berechnen.

Das gleiche Mißglücken wiederholte sich am 30. Juli.

Der Mineur des Angriffs gab in denselben Tagen mehrere Proben seiner größeren Geschicklichkeit; es fanden auch wiederholt Sturmanläufe statt; beides vermochte jedoch den Vertheidiger noch nicht an der Behauptung des ganzen gedeckten Weges zu hindern. Am 2. August hatte letzterer zum ersten Mal Erfolg mit einer Mine von 400 Pfund vor der rechten Face der Burg-Bastei; dieselbe traf den feindlichen Laufgraben und verschüttete einige Janitscharen.

Anfang August litten die Türken vorübergehend an Munitionsmangel, was sich durch die Lauigkeit ihres Feuerns verrieth; am 11. erhielten sie reichliche neue Zufuhr. Dieser Mangel war eine Ausnahme; die Türken zeichneten sich schon damals durch ihre reichliche Versorgung mit Munition aus; die von vielen Berichterstattern hervorgehobene Wahrnehmung im letzten russisch-türkischen Kriege war also nur Zeugniß, daß eine gute, alte Tradition im türkischen Heere noch unvergessen ist.

Der 3. August brachte in der Vertheidigung des gedeckten Weges einen Wendepunkt. Vier heftige Stürme wurden abgeschlagen, dem fünften vermochte die Besatzung nicht mehr zu widerstehen; sie mußte den ausspringenden Waffenplatz den Janitscharen einräumen, die sich sofort hier verbauten. Die Besatzung wich jedoch nur eine allerkleinste Strecke zurück, schnitt den gedeckten Weg querüber zwischen Crêten-Palliſadirung und Contrescarpen-Mauer durch Palliſaden ab und behauptete sich hier.

Seitens der Türken war jetzt das Glacis in der ganzen Ausdehnung der Angriffsfront mit einem zusammenhängenden Laufgraben gekrönt.

Gegen diese Krönung wirkte der Contre-Mineur am 4. August zweimal mit gutem, am 5. August aber — in der Kapitale der Burg-Bastei — mit ungünstigem Erfolge. Im letzten Falle hatte man sich in der Entfernungsberechnung jedenfalls geirrt; die

Explosion faßte nicht die Krönungsbrustwehr, sondern tagte einen Trichter vor derselben, den sofort die nächsten Janitscharen besetzten, krönten und festhielten.

Der 6. August wurde entscheidend für den gedeckten Weg. Von der am 3. gewonnenen Verbauung im ausspringenden Waffenplatze der Ravelin-Kapitale aus schütteten die Türken mit Erde, Wollsäcken und Faschinen eine Rampe an die steile Contrescarpen-Bekleidung und drangen über diese in den Graben. Der Vertheidiger warf sich ihnen entgegen und suchte sie wieder in den gedeckten Weg hinauf zu drängen.

Während dieses Ringens am Ravelin sprang eine türkische Mine, die einen Theil der Contrescarpe vor der linken Face der Löbl-Bastei einwarf und einen zweiten Niederstieg in den Graben anbahnte. Obwohl der Vertheidiger auch hier sich muthig zur Wehr setzte, mußte der Kommandant doch erkennen, daß die durch zwei Lücken herandrängende Fluth nicht mehr zu stauen sei; er gab daher den Befehl zur Räumung des gedeckten Weges.

Vom 23. Juli, wo die ersten Palisaden durch eine feindliche Mine umgeworfen wurden, bis zum 6. August, wo der Befehl der Räumung erging, also durch 15 Tage täglich sich erneuender Angriffe mit Minen (mindestens sechs großen), Brandlegung und Ansturm, hatte Glacis-Brustwehr und Palisadirung Widerstand geleistet! So viel aus Beschreibung und Plänen zu entnehmen ist, hat der gedeckte Weg außer der Banket-Palisadirung und redanförmigen Palisaden-Tambours in den eingehenden Waffenplätzen dem Vertheidiger nichts zu seiner Sicherung geboten. Die Traversirung der langen Zweige ist erst während der Vertheidigung zur Ausführung gekommen. Daß Hohlbauten vorhanden gewesen seien, muß nach dem sehr deutlichen Plane, den Herlin mittheilt, bezweifelt werden, wenn auch in der Legende dieses Planes das Wort „Caponnieren" vorkommt. Die unzweifelhaft vorhanden gewesenen Hohlbauten im Graben haben in jenem Plane ihre deutliche Signatur; im gedeckten Wege findet sich diese nicht, sondern nur diejenige für einfache lineare Palisadirung.

Freund und Feind hatten einander so nahe gegenüber gestanden, daß nicht selten zwischen Glacskrönung und gedecktem Wege Worte gewechselt wurden. Von Worten kam es leicht zu Thätlichkeiten. Ein Augenzeuge berichtet, wie eines Tages die Kaiserlichen mit einer Hakenstange Türken geangelt hätten, die

ihre Kameraden dann aber an den Beinen wieder zurückzuziehen ſich bemühten.

25.

In der Nacht vom 7. zum 8. Auguſt begann der Sappeur den regulären Ausbau des Graben-Niederganges vor dem Ravelin.

Am 9. Auguſt wollte der türkiſche Mineur, zur Vorbereitung des Niederſtiegs zum Graben der Burg-Baſtei, dieſer gegenüber die Contreſcarpe einwerfen; die ſtarkgeladene Mine ſchlug aber rückwärts und wirkte ſo verderblich in der Glacisкrönung, daß die zum Sturm bereit gehaltenen Janitſcharen erſchüttert und abgeſchreckt wurden.

Die nächſten Tage brachten wiederholte heftige Zuſammenſtöße im Graben. Durch neue Minen war der Angreifer bemüht, die Contreſcarpe mit immer mehr Lücken zu verſehen, um mit ſtarken Kräften die Sappenarbeit am Graben-Uebergange unterſtützen zu können. Der Vertheidiger benützte ſeine nahen Schutz- und Beobachtungsörter, die Caponnieren und Palliſadirungen zwiſchen Ravelin und Baſtei, zu häufigem, ſtürmiſchem Vorbrechen.

Von ſichtlichem Erfolge war einer dieſer Ausfälle am Abend des 11. Auguſt, der die im Graben Arbeitenden bis in die Glacisкrönung zurücktrieb.

An den Kämpfen um den Abſtieg in den Graben und die Feſtſetzung in demſelben hat der türkiſche Mineur ſich mit etwa 12 Sprengungen betheiligt.

Darüber verging faſt eine Woche, nach deren Verlauf ein neuer Akt begann.

26.

Am 12. Auguſt um Mittag hatte der Angreifer ſeine Breſchmine unter der Spitze des Burg-Ravelins fertig, gab Feuer und ſtürmte die gelungene Breſche. Der Vertheidiger war darauf gefaßt geweſen und empfing ihn gebührend. Vier Stunden lang dauerte das Ringen; der Feind wurde für diesmal abgewieſen Sein Verluſt wird auf 2500 Mann angegeben. Mit Dünger, Woll- und Sandſäcken wurde eiligſt die Escarpen-Steile wiederhergeſtellt, durch Palliſaden die Bruſtwehr erſetzt.

Während ſolchergeſtalt die vorderſte Feuerlinie des Ravelins erneuert wurde, waren für die weitere Vertheidigung Abſchnitte fertig und in Vertheidigungsbereitſchaft gebracht.

Hauptsächlich um den Besitz des Burg-Ravelins drehten sich die erbitterten Kämpfe der nächsten Tage: Stürme von der einen, stehende Vertheidigung und Ausfälle von der anderen Seite; neue Minen des Angreifers, um die immer wieder gesperrte Pforte zu erbrechen; Gegenminen, die der in Uebung gekommene Vertheidiger nun auch wirksamer applicirte, mit denen er die feindlichen Verbauungs-Versuche störte und verzögerte.

Endlich, nach 11 Tagen, am 23. August konnten die Türken ihre Festsetzung im vorderen Drittel des Ravelins für gesichert erachten; dicht vor ihnen stand der Vertheidiger in seinem Abschnitt.

Zwei sehr glückliche Entdeckungen machten die Mineure des Vertheidigers am 24. und 25. August. Sie stießen — 3 m unter der Hofsohle und in 14 m Abstand von der türkischen Verbauung — auf die noch im Vortreiben begriffene türkische Galerie. Die überraschten Türken flüchteten mit Hinterlassung ihres Werkzeuges. Ohne diese glücklichen Funde wäre ohne Zweifel das Ende des Ravelins sehr nahe gewesen.

Bei den Türken trat in dieser Zeit eine große Entmuthigung ein. Man darf mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß sie bereits 40 000 Mann — theils im Kampfe, theils durch Krankheiten — verloren hatten. Viele ihrer Leichen lagen, kaum oder gar nicht mit Boden bedeckt, denn Starhemberg hatte trotz wiederholten Ansuchens nicht die kleinste Waffenruhe zur Beerdigung der Todten zugestanden. Er wollte den Feind mürbe machen; Gesicht und Geruch sollten ihm das Angriffsfeld verleiden. Der Muth der türkischen Truppen wankte auch in der That. Viele Egypter verließen bereits die Laufgräben; die Janitscharen machten sogar ein altes Recht geltend, wonach sie angeblich nicht länger als 40 Tage verpflichtet waren, der Belagerung desselben Platzes obzuliegen.

Der Großwesir mußte all sein Ansehn und seine Ueberredungskunst, Vorspiegelungen von der Erschütterung des Vertheidigers, von dem Elende, das in der Stadt herrsche, von der Beute, die in Aussicht stehe, er mußte schließlich den frommen Zuspruch eines heiligen Mannes und redegewaltigen Predigers aufbieten, um den Kampfesmuth der Janitscharen wieder zu beleben.

Am 25. August begann der türkische Mineur sein Werk an der Löbl-Bastei. Dies gab Anlaß zu einem sehr furiösen Ausfall, der zwar der Besatzung bedeutende Verluste zufügte, den

Angreifer aber doch auch empfindlich schädigte und im Vorschreiten aufhielt.

Am 26. August spielte im Burg-Ravelin eine Mine am Morgen und eine am Abend. Vielleicht war der Mineur, durch die neuliche Erfahrung eingeschüchtert, nicht weit genug vorgegangen; jedenfalls wurde kein Erfolg erzielt, der Vertheidiger wies den Ansturm zurück und behauptete sich in seinem Abschnitte.

27.

Inzwischen beschäftigte sich der Angriff, nächst dem Ravelin, am ernstlichsten mit der Löbl-Bastei. Er hatte in eine seiner vordersten Positionen 3 Geschütze (24-Pfünder) zu einer Art Breschbatterie vorgezogen, mit der er das Escarpen-Mauerwerk der linken Face bearbeitete. Wahrscheinlich wollte er dadurch zugleich den Graben-Uebergang unterstützen, den er durch die Lücke zwischen Löbl-Bastei und Burg-Ravelin gegen die Kurtine in der Nähe des linken Kehlpunktes der Löbl-Bastei herstellen mußte, um schließlich an der bezeichneten Stelle die Kurtine durch den Mineur einwerfen zu können.

Er hat diesen Weg mit großem Nachdruck verfolgt. Der Plan zeigt nicht nur einen einfachen Uebergang, sondern etwa zehn nebeneinander laufende Sappen, die über den Platz, wo die Caponniere gelegen haben muß, hinweg, in voller Breite die Lücke zwischen Ravelin und Bastion füllend, sich gegen die Kurtine richten.

Man erkennt in dieser letzten Arbeit des Sappeurs dasselbe charakteristisch-türkische Princip, auf das wir bei der Schilderung des Sappenangriffs auf dem Vorfelde aufmerksam gemacht haben: wie die Türken im Felde mit großen Massen auftraten, ihre Stürme auf Verschanzungen mit großen Massen führten, so müssen auch die Wege, die der Sappeur herstellt, ein Vielfaches von dem sein, was im christlichen Europa zur Zeit gebräuchlich war.

Der bezeichnete Weg wurde ihnen, wie alle ihre Wege vor Wien, von der unermüdlich thätigen, zähen und hartnäckigen Vertheidigung hart streitig gemacht; sie verloren oft wieder Terrain, ihre Sappeurs wurden verjagt oder getödtet, ihre Sappen und Galerien zerstört.

Auch auf seinem dritten Wege gegen das Burg-Bastion schob sich der Angreifer, wenn auch langsam und viel unterbrochen, durch Ausfälle und Handgranaten belästigt, mehr und mehr im Graben vor, denn auch hier war das nächste Ziel das Anlegen einer Breschmine.

28.

Am 29. August erschütterte abermals eine sehr wirkungsvolle Angriffsmine das Ravelin, welcher 100 Mann von der Besatzung zum Opfer fielen.

Gleichwohl wurde der Abschnitt noch nicht verlassen. Lebhaftes und gut gezieltes Kartätschfeuer von der Kurtine und den Basteien concentrirte sich auf die Verbauung des Angreifers und das kleine Fleckchen des Ravelin-Hofes, das ihn noch vom Vertheidiger trennte.

Endlich, in der Nacht vom 2. zum 3. September, gelang die Wegnahme des Abschnittes. Die letzten überlebenden 50 Mann der Ravelin-Besatzung wurden in den Pallisaden-Tambour gedrängt, der in der Mitte der Kehle den Aufgang aus dem Graben deckte.

Die Caponniere im Graben zwischen Ravelin und Löbl-Bastei brannte nieder; auch an den Pallisaden-Tambour im Ravelin legten die Türken Feuer.

Der halbe Besatzungsrest schoß, die andere Hälfte suchte das Feuer zu löschen.

Jetzt ließ dem tapferen Häuflein Starhemberg sagen: er gäbe seine Erlaubniß, daß sie den Posten verließen. Aber sie blieben und hielten die Nacht durch Stand, bis der Capitän, der sie führte und die Hälfte der Mannschaft gefallen waren.

Andere 50 Mann unter einem anderen Hauptmann kamen am 3. September Vormittags, die Letzten abzulösen.

Als auch der neue Führer und ein Theil der Leute gefallen waren, befahl Starhemberg die Räumung des Postens.

Am 12. August war die Ravelinspitze in den Graben gestürzt; am 3. September standen die Türken als Sieger an der Kehle; 22 mal 24 Stunden hatte dieses eine Werk von mäßigem Umfange sich gehalten. Zu seiner Bezwingung haben etwa 15 Minensprengungen mitgewirkt.

In den erbitterten Kämpfen gab es keine Schonung oder einfache Gefangennahme mehr; Alles, was tödten konnte, wurde aus den Zeughäusern hervorgeholt: neben dem Geschütz, den

Musketen, Doppelhaken, metallenen und gläsernen Handgranaten, Säbel und Picke wirkten auch Sensen an langen Stielen, Hellebarden, Morgensterne, Pech und Wasser, das Weiber und Kinder siedeten und herzutrugen; das bürgerliche Zeughaus allein hat in seiner Ausgabe-Nachweisung 664 Centner Pech, wovon allerdings viel zu technischen, Bau- und Beleuchtungszwecken verwendet, viel aber auch auf Türkenköpfe geflossen sein mag.*)

29.

Mit dem Falle des Ravelins war eine Hauptnummer des türkischen Programms erledigt; über die folgenden konnte kein Zweifel bestehen: die Basteien — wenn auch durch Schüsse geschädigt und erschüttert — hätten doch nicht vom Geschütz, sondern vom Mineur ihre Fällung zu gewärtigen. Die Basteien hatten ihre Abschnitte; die materielle, fortifikatorische Möglichkeit lag vor, sie eben so gut und so lange zu halten wie das Ravelin; ob aber die Kräfte der Besatzung, bei den großen Verlusten, die täglich die Waffen des Feindes und die rothe Ruhr verursachten, noch eine oder zwei Wiederholungen der Ravelin-Vertheidigung gestatten würden? Der energische Kommandant bezweifelte es nicht, er verrieth wenigstens keinen Zweifel. Ueber die Basteien hinaus hatte er schon an die Kurtine gedacht.

Wie es bei dem weit ausholenden Minenangriff und dem Zeitaufwande, den eine so hartnäckige Vertheidigung verursacht, nicht anders sein kann — hatte der Angreifer genau den Punkt verrathen, wo er die Kurtine niederzuwerfen gedachte. Der Kommandant hatte diese Ankündigung sofort beherzigt und Abschnitte auf der bedrohten Strecke herstellen lassen; die Vertheidigung des gedeckten Weges würde sich hier haben wiederholen können. Aber selbst über die Kurtine hinaus ging Starhembergs Voraussicht und Fürsorge; Straßensperren, Barrikaden, Vertheidigungs-Einrichtung von Häusern in den an die Angriffsfront grenzenden Stadttheilen wurden entworfen und die geeigneten Materialien bereit gelegt. Bereit, d. h. bereitwillig kamen Menschen und Dinge dem Kommandanten zwar nicht durchweg mehr entgegen,

*) Zur nächtlichen Beleuchtung der Gräben dienten Pechkränze und Dachschindeln (an denen bei den vielen zerschossenen Häusern kein Mangel war), in Theer und Pech getaucht.

aber er verstand sie willig zu machen: fehlte Holz, so wurden Dächer abgetragen, fehlten Arbeitskräfte, so wurden die Vorsichtigen und Feuerscheuen unter den Einwohnern aus ihren sichersten Kellerwinkeln aufgestöbert.

30.

Die Festung war eingeschlossen und die Türken hielten aufmerksame Wache; gleichwohl gelang es zu wiederholten Malen Botschaft hinaus und herein zu schaffen. Die Leiter des Widerstandes waren daher in Kenntniß, daß der Entsatz sich rüste, und wußten, oder durften doch hoffen, daß es nur darauf ankomme, noch Tage, höchstens Wochen das Vorschreiten des Angriffs aufzuhalten. Was den offen zu Tage geführten Kampf betrifft, that die Besatzung ihre volle Schuldigkeit, die Zähigkeit und Standhaftigkeit im Behaupten war der Heftigkeit und dem Nachdruck im Andrängen vollkommen ebenbürtig. Von dem wichtigen unterirdischen Kampfe kann nicht das Gleiche zugestanden werden Unverkennbar hatte die aus wenig oder gar nicht geschulten Personen gebildete Genossenschaft im Minengraben und Laden allmälig Erfahrung und eine größere Gewandtheit gewonnen (man zählt etwa 7 unterirdische Begegnungen und Entdeckungen feindlicher Arbeiten; der Contre-Mineur hat vielleicht 10 mal geschossen, dabei aber kaum 50 pCt. Treffer gehabt) — im Ganzen sind die Leistungen doch nur mäßige. Der für den Contre-Mineur überaus wichtige Horchdienst ist ein sehr schwieriger; man täuscht sich schon in freier Luft (infolge der wechselnden Dichtigkeit der Atmosphäre und der Schallreflexe) über Art und Ort der Ursache von Gehörempfindungen; unter der Erde, wo das schallfortpflanzende Mittel in Bodenschichten besteht, ist das Urtheil noch viel unsicherer; es wird außerdem durch die Konkurrenz fremder, oberirdischer Geräusche leicht beeinflußt. Wenn der Platz (wie in Kandia der Fall war) ein weitverzweigtes vorbereitetes Minensystem hat, in welchem zeitweise eigne Arbeiten gar nicht ausgeführt werden oder auf ein gegebenes Zeichen in gleichem Augenblicke aufhören, dann können die in ihren Horchgängen mit dem Ohr am Boden auf der Lauer liegenden Wachen, die durch Uebung und Erfahrung den Schall der verschiedenartigen Hantirungen des Mineurs kennen, allenfalls Art und Richtung zutreffend beurtheilen; aus der Zusammenstellung der über denselben Zeitmoment von den verschiedenen Oertern eingehenden Horch-Rapporte kann

demnächſt der Leitende, unter Zuhilfenahme des Planes, den Ort des Gegners ermitteln und die geeigneten Anordnungen treffen, um durchſchlägig zu werden, d. h. die Galerie des Feindes direkt zu öffnen die feindlichen Arbeiter zu vertreiben, die etwa ſchon eingebrachte Ladung fortzunehmen oder ungefährlich zu machen, ſchlimmſtenfalls die eigene Galerie zu verſpreizen und die eigenen Arbeiter zurückzuziehen, um den Schuß des Gegners möglichſt unverderblich zu machen. Dieſer Dienſt iſt — wie aus den Berichten, namentlich auch dem von Scheither gegebenen, zu ſchließen — in Kandia ſehr gut organiſirt geweſen und ausgeführt worden; der Angreifer hat dort den größten Reſpekt vor ſeinem unterirdiſchen Gegner gehabt.

In Wien beſtand kein Contreminen-Syſtem. Im gedeckten Wege und im Ravelin konnte der Vertheidiger dem Angriffs-Mineur nicht anders beikommen als durch Aufgraben von Tage aus. Ein ordentlicher Horchdienſt war hier unmöglich, denn aus der Luft in den Boden hört man kaum, wenn jene ſtill iſt, geſchweige durch das Getöſe des oberirdiſchen Feuergefechts hindurch. Hier waren Begegnungen und Minen-Auffindungen alſo Glücksfälle. Die Baſteien haben jedenfalls in den Flanken Souterrains beſeſſen; leider konnten wir nichts darüber feſtſtellen, ob ſie nicht vielleicht auch jene kleinen Escarpengalerien beſeſſen haben, die in den Bauwerken italieniſchen Stils nicht ſelten angetroffen wurden. Dieſelben dienten nicht der Feuervertheidigung des Grabens, ſondern der Vertheidigung gegen den Breſchmineur. Dieſer Anlagen wegen war es in der Zeit der höchſten Blüthe der Breſchlegung durch Minen Regel, unter den Fundamenten der einzuwerfenden Mauer, folglich auch unter der etwa vorhandenen Escarpengalerie fort, an den Ort hinter der Mauer vorzudringen, wo die Ladung anzubringen war.

De Ville, ein Zeitgenoſſe Freitags (gegen 1630), ſchildert ſehr ausführlich den normalen Weg des Breſchmineurs. Dieſer Weg iſt weit und beſchwerlich. Er beginnt in dem vorderſten oberirdiſchen Laufgraben, (Waffenplatz, Glaciskrönung oder Logement); er gewinnt die Tiefe mit lothrechtem Schacht (à plomb) oder mit geneigtem, einem ſogenannten Schleppſchacht (descente); er geht vorwärts durch ſöhlige Galerien (allée bei weiterem, canal bei engmöglichſtem Querſchnitte), unterfährt ſo die Grabenſohle und muß drüben an der Escarpe meiſtens nochmals in die

Tiefe. An der Contrescarpe oder auch an der Escarpe legte man, um mehr Front und ein Relais für den Bodentransport zu gewinnen, gewöhnlich Querschläge (taillades) parallel zur feindlichen Mauer an, von denen aus man dann an beliebigen Stellen weiter vorging. Wir sehen hier ein unterirdisches Abbild des Sappen-Angriffs; die Tailladen sind gleichsam die unterirdischen Parallelen, während die Descenten, Alleen und Kanäle die Approchen vertreten. Eine besonders kunstreiche Schachtführung war die „cascane", nämlich ein lothrechter Schacht in mannshohen Absätzen, um die Communication der Arbeiter und das Zureichen des Bodens in Körben von Absatz zu Absatz zu erleichtern.

Tensini, der gleichzeitig mit de Ville schrieb, tadelt dieses umständliche Miniren von weit her und will den Mineur, nachdem der Sappeur den Grabenübergang hergestellt hat, oberirdisch an der Escarpe ansetzen. Breschlegung durch den Mineur zieht auch Tensini ausdrücklich dem unsichern Breschesch ießen vor.

Daß die Türken vor Wien vorzugsweise den von Tensini bezeichneten Weg eingeschlagen haben, ist unverkennbar; er hat die langwierigen erbitterten Grabenkämpfe verursacht. Einzelne Angaben bringen auf den Gedanken, daß sie auch eine Unterfahrung der Fundamente an einzelnen Stellen, namentlich an der Burg-Bastei, versucht haben mögen; an den eben skizzirten systematischen Gang, von dem de Ville berichtet, dürfte dabei jedoch nicht zu denken sein. Mittheilungen finden sich jedoch, die dahin lauten, daß man im Platze den türkischen Mineur unter sich gehört habe. Dies wäre am glaublichsten, wenn die Burg-Bastei eine Escarpengalerie gehabt und der türkische Mineur das Escarpen-Fundament unterfahren hätte. Freilich ist das ungeübte Ohr — namentlich unter dem Einflusse der Furcht vor dem Mineur, die der Furcht vor dem Erdbeben gleicht — der unzuverlässigste unter den Sinnen des Menschen. Zwei Vorkommnisse mögen als Beispiel und Belege dienen. Eines Tages wurde Starhemberg beim Mittagsessen aufgeschreckt mit der Nachricht, der türkische Mineur sei bereits unter der Burg; als man dem Klopfen nachging, kam man im Souterrain in — einen Pferdestall! — Scheither berichtet von einer im Jahre 1646 auf die Minenfurcht basirten Kriegslist eines Belagerers, der sich wegen der anderweitigen Kriegslage zum Abzuge gezwungen sah, wenn er nicht alsbald Herr des Platzes würde. Er ließ ostensibel einige Gefangene oder Spione in seinem

Logement Schächte und Ladungs-Vorbereitungen sehen. Dann sorgte er dafür, daß diese Wahrnehmung in die Festung gelangte. Dort war schnell das Gerücht verbreitet, daß in jedem Augenblicke die ganze Stadt in die Luft fliegen könne. Magistrat und Bürgerschaft, Frauen und Kinder, die gesammte Geistlichkeit — eilten zum Kommandanten und baten fußfällig, er möge das sichere Verderben Aller abwenden und schleunigst kapituliren! Der Kommandant war ein guter Mann und ein schlechter Mineur; er kapitulirte wirklich — obwohl seine Festung einen breiten Wassergraben hatte!

Daß die improvisirten Wiener Contre-Mineure bei allem guten Willen sich den Minen-Gruſel nicht ganz haben abgewöhnen können, bezeugt eine Aeußerung Starhembergs in einem seiner Briefe an den Herzog von Lothringen. Er beklagt, daß er in diesem wichtigen Stücke der Vertheidigung schlecht bedient sei und sagt: wenn seine Minirer vom Feindlichen etwas hörten, so hielte sie kein Teufel mehr vor Ort fest.

31.

Am 2. September rüttelte die erste türkische Mine an der Burg-Bastei, ohne sie ernstlich zu beschädigen.

Am 3. September stießen unter dem Bastion die beiderseitigen Mineure aufeinander. Leider fehlt die Erklärung, auf welchem Wege der Vertheidiger zu dieser Begegnung gelangt ist; es bleibt also überlassen, eine Aufgrabung oder Schachtabteufung vom Hofe des Bastions, oder das Ausgehen aus einem Souterrain, aus der möglicherweise vorhanden gewesenen Escarpengalerie anzunehmen. Beide Parteien erschraken und flohen vor einander. Es fanden sich jedoch beim Vertheidiger Beherzte, die wieder vorgingen, sich aber begnügten, die vorhandene Lücke zu schließen.

Leider wurde der glückliche Zufall nicht ausgebeutet, ein nahe gelegener türkischer Minenofen wurde nicht aufgefunden, und so sprang denn am 4. September eine gewaltige Mine, die auf 10 m Länge die rechte Face der Burg-Bastei niederwarf.

Zu dem unmittelbar anschließenden Sturme soll der Angreifer 4000 Mann geführt haben. Er wurde mit einem Verluste von 500 Mann abgewiesen, die Bresche nach Möglichkeit ebenso wieder hergestellt, wie es bei der ersten Bresche im Ravelin geschehen war.

Ein am 5. September wiederholter Sturm wurde gleichfalls abgeschlagen.

Die Burg-Baſtei iſt noch von 2 Schüſſen des Mineurs getroffen worden. Der Angreifer würde natürlich gern auch dieſes Werkes Herr geworden ſein, namentlich um ſich gegen Rückenfeuer für den Moment zu ſichern, wo er an dem ins Auge gefaßten eigentlichen Einbruchspunkt, dem Kurtinen-Anſchluß an die Löbl-Baſtei, angelangt ſein würde; die Burg-Baſtei war ihm jedoch, wenn auch wünſchenswerth, ſo doch nicht unerläßlich nothwendig, und da er nun doch ſchon auf dem Punkte war, an das Haushalten mit ſeinen Kräften denken zu müſſen, ſo übte er hier einen nur mäßigen Druck. Um ſo kräftiger wandte er ſich gegen die Löbl-Baſtei.

32.

Am 6. September Mittags ſpielte hier die gefürchtete Mine. Von der unten 7 m dicken Bekleidungsmauer der linken Face wurden 12 laufende Meter zertrümmert.

Auch hier ſchloß ſich der Sturm einiger tauſend Türken unmittelbar an; ein erbitterter Kampf, wie alle vorherigen, folgte; nach zweiſtündigem Ringen wich der Angreifer mit Hinterlaſſung von 1500 Todten.

Am 8. September erhielt die Löbl-Baſtei durch 2 Minen eine zweite Breſche und erfuhr einen neuen ſehr heftigen Anſturm, der zuletzt eine für den Vertheidiger bedenkliche Wendung zu nehmen drohte. Da entſtand ein Alarm im Lager, der die Janitſcharen ſtutzig machte und zum Ablaſſen bewog. Wahrſcheinlich haben ſie den Entſatz, deſſen Vorbereitung ihnen nicht verborgen geblieben war, für die Urſache jenes Alarms gehalten und ſind deshalb von der Breſche zurückgewichen.

33.

Am 9. September gelang dem Angreifer wieder ein wichtiger Fortſchritt, indem er die Vertheidiger aus dem Unterwall vor der Kurtine an der Löbl-Baſtei verdrängte. Durch dieſen Erfolg endlich Herr des Grabens bis an den Fuß der Escarpe, war er nun im Stande, den Breſchmineur an der Kurtine anzuſetzen. Es ſoll dies an 3, nach anderen Berichten ſogar an 7 Stellen geſchehen ſein.

34.

Von da ab hat die Belagerung noch drei Tage gewährt, denn die Laufgräben blieben beſetzt, die Batterien feuerten und der

Mineur unterwühlte die Kurtine, obgleich der Großweſir mit ſeiner Hauptmacht nunmehr die große Linksſchwenkung hatte ausführen müſſen, durch die er Front gegen den Wiener Wald und den von dort zu gewärtigenden Entſatz machte.

Drei Tage, in denen keiner jener großen und intenſiven Zuſammenſtöße ſich mehr ereignete, dergleichen in unüberſehbarer Fülle von Anſturm, Widerſtand und Ausfall ſeit dem 19. Juli ſtattgefunden hatten, in denen aber die Spannung begreiflicherweiſe den höchſten Grad erreicht hatte!

Durch den Verluſt vor dem Feinde und durch Krankheit war die Beſatzung auf ein ſchwaches Drittel ihres anfänglichen Beſtandes zuſammengeſchmolzen; auch die Einwohnerſchaft hatte ſchwer gelitten, Muth und Spannkraft ließen nach; endlich gingen auch die Lebensmittel zur Neige.*)

Es drang Nachricht in die Stadt, daß nun die Hilfe nahe ſei; dann ſah man ihre Boten, die Raketen, ſteigen; dann eine Fahne auf dem Kahlenberge wehen; ſah endlich die an den Hängen des Gebirges niederſteigenden Schaaren der Freunde, ſah Chriſten und Türken aufeinanderſtoßen . . . welche 3 Tage der höchſten Spannung!

In jedem Momente, während draußen auf dem Felde ſchon gekämpft wurde, konnten hier in der Feſtung die letzten Minen ſpringen, konnte die Kurtine zuſammenſtürzen und über ihre Trümmer der Feind in die Stadt einbrechen!

Für unſere Betrachtung iſt hiermit die Belagerung von Wien zu Ende. Nicht minder intereſſant und lehrreich wie die Geſchichte dieſer Belagerung iſt die Geſchichte des Entſatzes, der wir uns jetzt zuzuwenden haben.

35.

Als Krems und Tulln an der Donau, oberhalb Wien, den im Anmarſch befindlichen Hilfsvölkern als Sammelſtellen bezeichnet wurden, war man ſelbſtredend ſchon ſchlüſſig über den Operationsplan für den Entſatz von Wien.

Der Herzog von Lothringen machte Vorſchläge, der Hof-Kriegsrath berieth, und der Kaiſer traf die Entſcheidung.

---

*) Der brave Bürgermeiſter v. Liebenberg erlag in dieſen letzten Tagen der Krankheit, die ſo Viele hingerafft hat.

Es standen sich anfänglich zwei Meinungen gegenüber, behufs deren Würdigung man die Boden- und Wasser-Verhältnisse des Landstriches, in dem der Kampf zu führen war, sich vergegenwärtigen muß.

Zwischen dem Inn, an dessen Einfluß Passau liegt, wo damals der Kaiser Zuflucht gesucht hatte, und dem Wienflusse — eine Strecke von reichlich 30 geographischen Meilen — zieht sich als nördliche Vorstufe der Alpen die wellige, durch Seitenthäler stark eingekerbte Terrasse des österreichischen Berglandes (Oesterreich ob und unter der Enns) das rechte Donau-Ufer entlang von Westen nach Osten. Unfern oberhalb Wien nimmt die Donau eine von Nordwest nach Südost verlaufende Richtung. Hier ist der rechte Flügel jener Terrasse, das höher aufschwellende Berggebiet des Wiener Waldes. Derselbe setzt sich in seinem gegen Nordwest gerichteten Abfalle (vergl. Fig. 1 der beiliegenden Zeichnung) mit fast geradlinigem Fuße scharf markirt von einer Weitung des Donau-Thales, dem „Tullner Felde", ab und wird von einem mit der Stadt Tulln gleichnamigen rechtsseitigen Donau-Zuflusse besäumt. Mit seinem nördlichsten Punkte tritt der Wiener Wald dicht an das rechte Stromufer, begleitet dasselbe längs der hier beginnenden nordwest-südöstlichen Strecke bis dahin, wo der Wiener Donauarm, der Donau-Kanal, sich vom Hauptstrom abspaltet, und biegt dann mit seinem Südfuße von der Donau ab.

Auf dem linken Donau-Ufer treten die viel unbedeutenderen Erhebungen der südlichen mährischen Terrasse, insbesondere ein die March rechtsseitig in nord-südlicher Richtung begleitender Rücken, im Bisamberge an den Strom heran. Aus der Gebirgspforte, die einerseits der Wiener Wald, andererseits der Bisamberg bilden, tritt die Donau in eine Tiefebene — links das Marchfeld, rechts das Steinfeld.

Den Uebergang aus diesem „Wiener Becken" in die oberungarische Tiefebene bildet eine zweite Gebirgspforte, indem bei Presburg — 8 Meilen oder 55 km unterhalb Wien — links die kleinen Karpathen, rechts das Leitha-Gebirge dicht an den Strom treten; jene Mähren, diese Oesterreich gegen Ungarn abgrenzend.

Die Donau hat durchweg einen sehr gewundenen Lauf, ist vielfach in Arme gespalten und enthält zahllose große und kleine, großentheils bewaldete Strominseln, „Auen."

Ueber die Donau-Spaltung bei Wien, ihre heutige, von der damaligen verſchiedene Beſchaffenheit, iſt bei der Schilderung der Stadtlage das Erforderliche bereits angeführt worden.

36.

Die Bedeutung von Presburg für die dermalige Kriegslage iſt bereits bei Erwähnung der Unternehmung des Herzogs von Lothringen, durch welche derſelbe Tököly von der Donau abgedrängt hatte, gewürdigt worden.

Wie es unbedingt richtig geweſen war, Tököly nicht nach Presburg zu laſſen, von wo er freundſchaftlich Fühlung mit den Türken würde haben gewinnen können, ſo wäre es nur folgerecht geweſen, ſelbſt Presburg zu behaupten, um feindlich mit den Türken in Fühlung zu kommen. Hatte der Herzog im Juli ſich für zu ſchwach erachten dürfen, dieſe die Operationslinie des Feindes bedrohende Stellung zu behaupten, ſo blieb zu erwägen, ob die durch auswärtige Hilfe auf das Vierfache geſtiegene Streitmacht nicht ſtark genug ſein werde, den Entſatz von Wien über Presburg herbeizuführen.

Der Herzog von Lothringen vertrat von Anfang an die andere Meinung, nämlich: von oberſtrom her, über den Wiener Wald, den Türken in Rücken und linke Flanke zu kommen.

Dies würde in unſeren Tagen eine ſehr bedenkliche Unternehmung geweſen ſein. Ein Angreifer von heut, dem zwei Monate Zeit zum Angriff von Wien und zur Deckung ſeiner linken Flanke, und gegen 200 000 Mann zur Dispoſition ſtünden, würde aus dem Wiener Walde mehr als ein Plewna machen und dem Entſatzheere einen üblen Empfang bereiten.

Aber der Herzog von Lothringen war ein Feldherr des 17. Jahrhunderts und hatte mit den Türken und Ungarn dieſes Jahrhunderts zu thun.

Beider Gegner Hauptſtärke im Felde beſtand in der Reiterei und zwar in einer Reiterei, wie ſie in unſeren Tagen Rußland in Turkeſtan findet, die blitzſchnell kommt und blitzſchnell ſchwindet, beſtändig neckt und ſchädigt, was ſich nicht wehren kann, aber Infanterie-Maſſenangriffen, auch geordneter feſtgeſchloſſener Reiterei und dem Artilleriefeuer ſchlecht Stand hielt.

Solchem Feinde gegenüber war die Ausdehnung bis Presburg nicht unbedenklich. Es hätte gegolten, vor Ankunft des Entſatzes,

bei Presburg festen Fuß zu fassen und Brücken über die Donau zu schlagen. Das Material dazu konnte von der unterhalb Presburg gelegenen Donaustrecke wegen der durch Tököly herbeigeführten Unsicherheit, und von oberhalb her wegen der Türken schwerlich zusammengebracht werden. Auch für das gesammelte Entsatzheer erschien es als gefährliche Aufgabe, zwischen zwei Feinden, die so leicht beweglich waren, wie die Türken in der Front und die Ungarn im Rücken, den Stromübergang auszuführen. Endlich konnte man aus Sicherheitsgründen nicht daran denken, die aus drei Richtungen — von Bayern und Schwaben, von Sachsen und von Polen — herankommenden Hilfsvölker einzeln nach Presburg zu instradiren; sammelte man sie aber erst oberhalb des Wiener Waldes, dann konnte man, wenn der Weg über diesen in die linke Flanke des Belagerers genommen wurde, der bedrängten Stadt mindestens 3 bis 4 Tage früher zu Hilfe kommen, als wenn über Presburg der Angriff auf die rechte Flanke des türkischen Heeres gerichtet worden wäre.

37.

Der Großwesir wußte von Anfang an, daß Entsatz geplant werde; er erkannte auch, daß es für ihn vortheilhaft sein würde, wenn es gelänge, den Keim und Kern des Entsatzes, die unter dem Herzog von Lothringen im Felde stehenden Streitkräfte des Kaisers von der Donau abzudrängen. Als sich daher die durch den Zusammenstoß bei Presburg in Unordnung gerathenen Schaaren Tökölys wieder gesammelt hatten, veranlaßte er seinen Bundesgenossen zum Einfall in Mähren, um den Herzog im Rücken zu bedrohen, zu beschäftigen und abzuziehen, während er seinerseits von seiner Angriffsstellung vor Wien aus oberhalb der Stadt sich auf dem linken Stromufer bis in die Höhe des Wiener Waldes in Besitz des Geländes zu setzen suchte.

Ein Versuch gegen das feste Klosterneuburg mißlang, zufolge tapferer Abwehr der Bürgerschaft und der geistlichen Herren des berühmten und reichen Augustiner-Stiftes. Auf dem linken Ufer kam es — am 24. August — zu einem heftigen und blutigen Zusammenstoß am Bisamberge. Die Türken erlitten eine entschiedene Niederlage und der Herzog blieb so vollständig Herr des linken Ufers, daß die Versammlung der Hilfsvölker bei Krems und Tulln auf dem rechten Stromufer durchaus gesichert erschien.

Die nöthigen Brücken für die Sachſen und Polen waren hier jeder Bedrohung und Gefährdung durch den Feind entzogen.

Da der Großweſir um dieſe Zeit nicht mehr zweifelhaft ſein konnte, von wo her der Feind zu erwarten ſei, muß es Wunder nehmen, daß er nichts zur Behauptung des Wiener Waldes gethan hat. Einige Nachrichten ſprechen zwar von Wegſperrungen durch Verhaue, doch haben dieſe — wenn ſie überhaupt beſtanden — durchaus keine taktiſche Bedeutung, da ſie jedenfalls nachmals nicht beſetzt und vertheidigt worden ſind.

Vielleicht war es Sorgloſigkeit und Ueberhebung, Trotzen auf ſeine numeriſche Ueberlegenheit, was den Großweſir bewogen hat, den Vortheil, den ihm die Natur des Geländes bot, nicht auszunutzen, vielleicht auch richtige Erkenntniß der Unzulänglichkeit ſeiner Führerkunſt und der taktiſchen Ausbildung ſeiner Soldaten, was ihn von der Zertheilung ſeiner Kräfte in einem unüberſichtlichen, viel durchſchnittenen Berg- und Waldrevier abgeſchreckt hat. Jedenfalls hat der Großweſir durch ſein paſſives Abwarten der Gegenpartei das gefährlichſte Stück ihrer Aufgabe, das Ueberſteigen des 11 km breiten Wiener Waldes, zum ungefährlichſten gemacht.

38.

Ob nur kluge Berechnung, Einſicht, richtige Würdigung der Natur des Feindes, ob auch das Glück zum Erfolge beigetragen hat — immer iſt es der Erfolg desjenigen Planes, den der Herzog von Lothringen entworfen, vertreten und durchgeſetzt hat.

Dem Herzoge gebührt daher ein weſentlicher Antheil am Ruhme des Sieges, ein größerer Antheil, als in den allgemein gehaltenen Berichten der Geſchichts-Compendien ihm zugebilligt wird, die — den Polen nachſprechend — nur Johann Sobieski als den Befreier von Wien, den Retter der Chriſtenheit nennen und preiſen.

Kaiſer Leopold, der nach Temperament, Erziehung und Lebensgewohnheiten nichts Feldherrnmäßiges an ſich hatte, empfand es gleichwohl als politiſche Schicklichkeit und Regentenpflicht, in dem Momente — nominell wenigſtens — die Führung zu übernehmen, wo das aus verſchiedenartigen, ſogar national diſſonirenden Elementen zuſammengeſchweißte Kriegsheer ſich zum Entſatze ſeiner vom Erbfeinde bedrängten Hauptſtadt anſchickte. Er nahm

aber wahr, daß Johann Sobieski, im (berechtigten) Gefühle seiner militärischen Erfahrung, und eifersüchtig auf seine Königswürde, sich ungern — selbst dem deutschen Kaiser — untergeordnet und mit der zweiten Stelle begnügt hätte. Er trat daher von seiner Idee, bevor er sie verlautbart hatte, zurück und begnügte sich mit Begrüßung und Besichtigung der zum Kampfe Gerüsteten.

Daß nunmehr der König von Polen an die Spitze des Unternehmens trat, war selbstverständlich. Es hätte ihm zuerkannt werden müssen, auch wenn er mit seinen 24 000 Mann nicht den stärksten Beitrag zu dem vereinigten Heere geliefert hätte.

Daß Sobieski unter diesen Umständen der Träger und Repräsentant des Befreiungswerkes, der Gegenstand des augenblicklichen Enthusiasmus der befreiten Wiener und der nachfolgenden Bewunderung der Geschichtschreiber geworden, ist erklärlich. Aber mehr erklärlich als gerecht, und es muß jede Gelegenheit ergriffen werden, auch die anderen Mitwirkenden, vor Allen aber den Herzog von Lothringen in den Glorienschein zu rücken, der Johann Sobieski umstrahlt.

39.

Am 7. September war das Entsatzheer auf dem Tullner Felde versammelt.

Ueber die Stärke desselben schwanken die Angaben in sehr weiten Grenzen. Nur folgende sind einfach vorhanden:

	Mann	Reiter	Geschütze
Die Reichstruppen unter Fürst Waldeck	7 000	2 500	12
Die Sachsen unter Kurfürst Johann Georg III.	7 000	2 000	16
Die Kaiserlichen unter dem Herzog von Lothringen.	8 100	12 900	70
Bis dahin . .	22 100	17 400	98

In Bezug auf die Bayern stimmen die Berichte nur für die Reiterei (3000) und Geschütze (38); die Infanterie wird zu 7500 aber auch zu 13 000 Mann angegeben.

Noch unsicherer ist die Angabe für die Polen. Neben 28 Geschützen werden ihnen 10 200, aber auch nur 3000 Mann, und 14 000, aber auch 12 000 Reiter zugeschrieben.

Man hat demnach die Wahl, die Stärke des Entsatzheeres

an Infanterie zu 22 100 + 7 500 + 3 000 = 32 600 Mann
bis 22 100 + 13 000 + 10 200 = 45 300 Mann,

die Reiterei zu 17 400 + 3 000 + 12 000 = 32 400 Pferden
bis 17 400 + 3 000 + 14 000 = 34 400 Pferden

anzunehmen. Der Durchschnitt der extremsten Angaben führt zu den Zahlen: 61 050 Mann, 50 800 Reiter, zusammen 111 850 Streiter und 164 Geschütze.

„Das Kriegsjahr 1683" rechnet, daß für den Zusammenstoß mit den Türken rund 80 000 Streitbare mit rund 170 Geschützen in Bereitschaft gestanden haben dürften, denen der Großwesir, nachdem er etwa 30 000 Mann zur Fortführung der Belagerung abgezweigt hatte, wahrscheinlich mit rund 100 000 Mann gegenübergestanden habe.

Man wird annehmen dürfen, daß die beiderseitigen Streitkräfte in der Entsatz-Schlacht sich nahezu die Waage gehalten haben.

Die einsichtigsten unter den türkischen Generalen sollen noch um diese Zeit gerathen haben, dem Feinde entgegenzugehen und im Gebirge Stellung zu nehmen; der Großwesir blieb seiner Ansicht treu; er wollte dem Platze nahe bleiben, dessen Fall vor der Entsatz-Schlacht er wohl noch immer gehofft haben mag, und stellte daher seine Schlachtordnung am Fuße der südlichen Abhänge auf.

In Fig. 1 der beiliegenden Tafel sind nur diejenigen Punkte und Linien des Geländes angegeben, aus denen sich das Hauptgerüst des Wiener Waldes in Erhebungen und Einsenkungen an Bedeutung für die Taktik des Anmarsches und der Schlacht aufbaut.

40.

Der Abmarsch vom Rendezvous auf dem Tullner Felde erfolgte am 10. September in drei (in der Plan-Skizze durch Pfeile markirten) Marschlinien.

Die Kaiserlichen und die Sachsen marschirten zwischen dem Gebirgsfuße und dem Stromufer über Greifenstein, Höflein, [illegible]dorf; Bayern und Reichstruppen nahmen den mittleren Weg über St. Andreä und Gugging; die Polen am rechten Flügel [illegible] Königsketten.

[illegible] und rechter Flügel passirten die erste Schwelle des [illegible]. Im Ganzen wurde die Stellung in der Einsenkung,

dessen Hauptwasserlauf der Haselbach ist, erreicht, markirt durch die Ortschaften Kirchbach, Hinterberg, Kirling, Klosterneuburg.

Daß der letztgenannte Ort, wie oben erwähnt, festgehalten war, diente jetzt zu großer Erleichterung der Bewegung. Es war von hier aus bereits am 10. eine Abtheilung auf den Kahlenberg vorgeschoben worden, die dem bedrängten Wien durch Aufziehen einer Fahne ein tröstliches Zeichen gab. Ein anderes vorgeschobenes Detachement hielt die Front gegen feindliche Reitertrupps gedeckt, die jetzt ausforschend in den Waldbergen erschienen.

Ein versuchter Vorstoß der Türken gegen die Vorwacht auf dem Kahlenberge wurde durch rechtzeitige Zusendung von Verstärkungen vereitelt.

41.

Am 11. September wurde bei Tagesanbruch der zweite Tagemarsch angetreten, dessen Ziel die Kette von Höhepunkten war, die, von Wien gesehen, den Rücken des Wiener Waldes bildet: Dreimarkstein, Herrmannskogel, Vogelsang, Kahlenberg und Leopoldsberg.

Es mag hier zur Vermeidung von Mißverständnissen angemerkt werden, daß die Bezeichnung „Kahlenberg" damals eine allgemeinere, den ganzen von Wien aus sichtbaren Rücken in seiner rechts gelegenen, zur Donau abfallenden Strecke umfassende Bedeutung hatte, daß dieselbe aber, nach dem zeitgenössischen Plan von Hallart, noch speciell für die vorderste Kuppe galt, die heute Leopoldsberg genannt wird. Die auf derselben Stelle schon damals vorhandene Kapelle hieß Leopoldskapelle. Die nächste deutlich unterschiedene Kuppe, die heute den Namen „Kahlenberg" trägt, wurde damals „Josephsberg" oder auch nach dem dort belegenen Kloster der Kamaldulenser benannt. Die beiden Kuppen — der heutige Kahlenberg ist die höhere — erheben sich 300 bis 400 m über die Donau.

Der Marsch am 11. September erfolgte unter Benutzung aller vorhandenen Wege in 5 Kolonnen.

Es war die Wasserscheide zwischen Haselbach und Weidlingbach, dann dessen Thal zu überschreiten und dann der Aufstieg zum Hauptrücken zu nehmen.

Die steilen und engen, oft tief eingeschnittenen Wege waren infolge anhaltenden Regens in sehr schlechtem Zustande und machten

den Marsch sehr beschwerlich; nur die leichtesten Regimentsgeschütze konnten mit den Truppen Schritt halten.

Um 11 Uhr Vormittags war das der Entfernung nach sehr unbedeutende, kaum eine Meile betragende, aber durch die Wegebeschaffenheit doch schwierige Marschpensum erledigt, war der Hauptrücken des Wiener Waldes erstiegen.

Die Truppen nahmen eine Front von 1½ Wegstunden (rund 6 Kilometer) ein: rechts, am Dreimarkstein, die Polen; in der Mitte, am Vogelsang, Bayern und Reichstruppen; an der Leopoldskapelle und bei den Kamaldulensern die Kaiserlichen und die Sachsen.

42.

Sobieski und Lothringen kamen auf dem günstigsten Aussichtspunkte zusammen, hielten Umschau und beriethen.

Die Stellung des Feindes unter ihnen war deutlich zu übersehen. Sie füllte den nordwestlichen Quadranten des Umkreises von Wien mit einem Abstande von etwa 4 Kilometer im Westen bei Ottakring und von 4 bezw. 6 Kilometer bei Döbling und Nußdorf. Links begrenzte die Donau, rechts das Thal des Alserbachs das Feld, auf dem zu kämpfen war. Wellig und gefurcht, mit mannigfaltigen Kulturen, namentlich auch mit schwer passirbaren Weingärten bedeckt, senkte sich der Gebirgsabhang zur feindlichen Stellung hinunter; als die wichtigsten Einkerbungen markirten sich die Thäler des Schreiber-, des Grünzinger- und des Kroten- (Kroaten-) Bachs.

Sobieski fand das Terrain für die Reiterei schwierig; das Thal des Alserbachs erkannte er als seine gebotene Operationslinie, erbat sich aber vom Herzoge 4 deutsche Bataillone, die durch Besitznahme des rechten Thalrandes des Alserbachs (Heu- und Galizinberg) seine rechte Flanke für den gefährlichsten Moment seines Austritts aus der Thalenge in das freie Feld (bei Waldegg und Dornbach) sichern sollten.

In diesem Unterstützungsgesuch Sobieskis liegt ein Zeugniß, daß er sehr gut von den Deutschen und ihrer zähen Widerstandskraft gedacht hat; auch ein Zeichen dafür, daß er klug war, und für alle Fälle sich einer fremden Mitverantwortlichkeit versicherte.

Daß man bei der Schwierigkeit des Gefechtsfeldes morgen schon zur Entscheidung kommen könne, bezweifelte Sobieski. Im Uebrigen hatte er Vertrauen zur Sache, „denn" — bemerkte er —

„ein Feldherr, der sich trotz unserer Nähe weder verschanzt noch concentrirt, sondern lagert, als wären wir 100 Meilen von hier, ist prädestinirt, geschlagen zu werden."

Der Herzog von Lothringen beschloß, mit dem linken Flügel auf der Zunge zwischen Donau und Schreiberbach gegen Nußdorf und Döbling vorzugehen, um den kürzesten Weg zum Platze zu öffnen und den rechten türkischen Flügel von der Donau abzudrängen.

Diese Absicht und ihre Gefährlichkeit hatte der Großwesir vorausgesehen und passende Gegenmaßregeln getroffen: mit Janitscharen hielt er Nußdorf und das linke Ufer des Schreiberbachs besetzt; bedeutende Reitermassen waren, als linke Flügelsicherung jener, auf dem rechten Ufer des Schreiberbachs bis an den Fuß der Berge vorgeschoben.

Zur Unterstützung des Vorgehens der Entsatz-Armee wurde der Waldsaum auf der Kammhöhe mit Truppen besetzt und über Nacht bei dem Kamaldulenser-Kloster eine Batterie gebaut.

43.

Den 12. September begannen die christlichen Führer mit einer gottesdienstlichen Handlung, zu der sie sich in der Leopoldskapelle versammelten. Auch Sobieski kam dazu von seinem entferntesten Standpunkte herüber.

Die Türken eröffneten den Kampf, indem sie gegen den bei Tagesanbruch entdeckten Batteriebau am Kamaldulenser-Kloster einen Vorstoß unternahmen. Das daran sich anknüpfende Gefecht gab den Anlaß zum früheren Vorrücken der ganzen Schlachtordnung.

Die Kaiserlichen am linken Flügel, unter specieller Führung des Herzogs von Lothringen, gewannen Terrain, wenn auch langsam und nach einigem Vorwärts- und Rückwärtswogen der aufeinanderstoßenden feindlichen Massen.

Um 8 Uhr Morgens hatten linker Flügel und Centrum — die Kaiserlichen, Sachsen, Bayern, Reichstruppen und deren unter dem Herzog von Sachsen-Lauenburg vereinigte Reiterei — eine Linie inne, die von der Donau und dem nahe oberhalb Nußdorf sich erhebenden Nußberge über Krapfenwaldl und Kobenzl (in unserem Plane nicht eingeschriebene kleine Ortschaften), fast genau von Ost nach West laufend, etwa 5 km lang war.

Diese Linie hatte, um der türkischen Stellung parallel zu werden, noch etwas links zu schwenken und außerdem durch Rechtsziehen die Verbindung mit den Polen am rechten Flügel anzustreben, die noch weit zurück waren. Warum dieselben, die doch den weitesten Weg hatten, am spätesten angetreten sind, ist nicht klar zu ersehen; vielleicht hatte sich Sobieski durch seinen Besuch der Messe in der Leopoldskapelle verspätet.

Im zweiten Acte des Schlachttages, der den Rest des Vormittages umfaßt, steigerte sich das vorbezeichnete Verhältniß der Schlachtlinie: die Kaiserlichen am äußersten linken Flügel — obgleich sie um Nußdorf einen harten Kampf zu führen hatten — mußten gegen Mittag eine Gefechtspause von einer Stunde eintreten lassen, um die rechts von ihnen vorrückenden Abtheilungen auf gleiche Höhe kommen zu lassen.

Ihre nächsten Nachbarn, die Sachsen, fanden große Schwierigkeiten im Gelände und im Widerstande des Feindes, der sich besonders auf den Nachbar des Schreiberbachs, den Bach von Grünzing stützte. An dem endlichen Erfolge wird der trefflichen sächsischen Artillerie das Hauptverdienst zugeschrieben.

Der dritte Gefechts-Abschnitt beginnt mit dem etwa um 1 Uhr Nachmittags erfolgten Erscheinen der Polen an der Mündung der Thalenge des Alserbaches bei Dornbach, dem türkischen linken Flügel, vorwärts Ottakring, gegenüber.

Die Polen, deren Hauptstärke in der Reiterei bestand, hatten sich gegenüber gleichfalls starke Reitergeschwader, die ihnen das Herauskommen aus der Thalenge, das Entwickeln durch ausgedehnte Weingärten mit wiederholten heftigen Anläufen streitig machten. Aber auch Janitscharen waren hier postirt. Die Unterstützung durch die deutsche Infanterie auf den Höhen des rechten Thalrandes kam den Polen sehr zu statten.

In der ersten Hälfte des Nachmittages hielt der türkische rechte Flügel den sehr günstigen Abschnitt des Krotenbaches bei Döbling; links von demselben lag eine Schanze, die mit sechs Geschützen armirt war. Der linke Flügel, den Polen gegenüber, war, wie erwähnt, sehr stark besetzt. Nur schwach dagegen, fast nur mit Artillerie besetzt war die Mitte der türkischen Stellung. Demzufolge hatte auch das Centrum des Angreifers — Bayern und Reichstruppen — die wenigst schwere Arbeit; die Bayern konnten ihren Kräfteüberschuß den Polen zu Gute kommen lassen, was sie

auch in wirksamer Weise thaten. Die Janitscharen am linken Flügel leisteten zähen Widerstand.

Im Ganzen hatte bis dahin der Gefechtsverlauf dem dafür entworfenen Plane gut entsprochen; die aus so verschiedenartigen Elementen zusammengesetzte, auf so verschiedenen, schwierigen und unübersichtlichen Wegen vorgegangene Streitmacht hielt zur Zeit gut Linie auf einer Strecke von 6 km.

44.

Es ist bereits erwähnt, daß bei der Besichtigung und Berathung, die der Polenkönig und der Herzog von Lothringen am vorigen Abende auf der Kammhöhe gemeinschaftlich ausgeführt hatten, Sobieski für den 12. noch nicht den völligen Schluß ihrer Unternehmung beansprucht, sondern sich mit einer Zwischenstellung befriedigt erklärt hatte. Eine solche wäre in diesem Augenblicke erreicht gewesen.

Ob jetzt — in den Nachmittagsstunden des 12. — Sobieski der Ansicht gewesen ist, es sei bis dahin doch besser gegangen, als er gestern zu hoffen gewagt, und es ließe sich nun doch wohl an diesem einen Tage mit den Türken fertig werden — darüber finden wir keinerlei Andeutung. Man sollte meinen, wenn er das gestern aufgestellte Programm erweitern wollte, wäre es seine, des erwählten Höchst-Leitenden Sache gewesen, entsprechende Befehle zu geben, oder — falls er so diktatorisch nicht verfahren wollte — Kriegsrath zu halten.

Statt dessen finden wir die Initiative, wie am frühen Morgen für den Beginn der Vorwärtsbewegung, jetzt am Nachmittage für ihre Fortsetzung bei dem Herzoge von Lothringen. Wieder hatte am linken Flügel eine Gefechtspause eintreten müssen, um den rechten Flügel aufkommen zu lassen. Mit dem Kurfürsten von Sachsen und den um ihn versammelten Generalen erwog der Herzog die Gefechtslage und was wohl weiter zu thun sei. Die humoristische Bemerkung eines alten Haudegens: er möchte seinen kontrakten Gliedmaßen gern heut noch ein gutes Quartier in Wien zu Theil werden lassen — wurde mit allseitiger Zustimmung und der Erklärung beantwortet: man sollte die „Viktorie weiter prosequiren"; darauf entschied der Herzog: „Marchons donc!" Also vorwärts! Damit begann der vierte Zeitabschnitt des

Schlachttages, der in den Stunden von 5 bis 7 Uhr Nachmittags die Entscheidung brachte.

Wider Erwarten machten die Türken die Ausführung des Entschlusses zu erneutem Vorgehen nicht sonderlich schwerer, indem sie ihre treffliche Stellung am Krotenbache matt vertheidigten und bald aufgaben. Die Schanze nahmen die Sachsen mit leichter Mühe.

Nun war erzielt, worauf von Anfang an der Herzog sein Augenmerk gerichtet hatte: der türkische rechte Flügel hatte die Strom-Anlehnung verloren; jetzt war nur rechts einzuschwenken, um den Feind aufzurollen. Auf diesem Wege streiften die Kaiserlichen bereits das türkische Lager. Es ist ihnen hoch anzurechnen — besonders, da es sich um Truppen des 17. Jahrhunderts handelt, die ein Türkenlager betraten — daß sie Manneszucht genug hatten, um alles Plünderungsgelüst zu unterdrücken und nur ihrer taktischen Aufgabe eingedenk zu sein.

Das Weichen des rechten türkischen Flügels erschütterte durch Fortpflanzung des Druckes demnächst den linken. Bis dahin hatte dieser unter dem tapferen alten Ibrahim, dem Pascha von Buda, den Polen noch immer fest widerstanden. Als aber nun zum Frontangriff die ernste Bedrohung der rechten Flanke trat, gab Ibrahim Befehl zum Rückzuge, der ruhig und geordnet begann, aber, wie so häufig, bald in ein lebhafteres Zeitmaß überging.

Der Großwesir ergriff in dieser Bedrängniß sein letztes Mittel: er ließ die grüne Fahne des Propheten entfalten.

Dies ist der höchste Trumpf, den der Islam auszuspielen hat; das letzte moralische Reizmittel, wenn die physischen Kräfte ihren Dienst versagen.

Der große Zauber war auch diesmal nicht wirkungslos, aber geradezu Wunder zu thun gegen alle taktischen Regeln und Erfahrungen vermochte er doch nicht. Die zusammengedrängten, aus der Ordnung gekommenen, vom Feinde umklammerten Türkenhaufen konnten nur noch fallen oder fliehen; im rechten Momente stürmte jetzt Sobieski mit mächtigen Reitermassen und vollendete die Auflösung, die der Herzog umsichtig und energisch eingeleitet hatte.

Auf den Feldern bei Hernals, am Alserbache, fiel die letzte Entscheidung.

Die in den Laufgräben vor Wien zurückgebliebenen Jani-

ſcharen hatten am Tage der Schlacht noch einen Sturm unternommen; von dieſem zurückgeworfen, zogen ſie ſammt dem Geſchütz aus dem Angriffsfelde ab und hinter den Wienfluß.

Als um 6 Uhr Abends Prinz Ludwig von Baden mit einigen Regimentern auf der Stätte erſchien, fand er die Laufgräben bereits verödet. Er war der erſte unter den Befreiern, der am Schottenthore unter Trompetenſchall und Paukenſchlag den tapfern Kommandanten des befreiten Platzes begrüßte.

Um 7 Uhr konnte die Schlacht als völlig beendet gelten. Abends gegen $^1/_2 8$ Uhr erreichte der Herzog von Lothringen durch die nördliche Vorſtadt, die Roßau, die Contreſcarpe der Feſtung.

Die Flucht der Türken war ſo überraſchend, eilig, vollſtändig, daß Sobieski eine Kriegsliſt und die Rückkehr des Feindes in der Nacht beſorgte. Er gab daher Befehl, daß das Entſatzheer beiſammenbleiben und gefechtsbereit kampiren ſolle.

Es wird berichtet, daß die Deutſchen dieſen zweckmäßigen Befehl befolgt, die Polen aber der Verſuchung nicht zu widerſtehen vermocht hätten, die Schätze des preisgegebenen Türkenlagers zu beſichtigen.

Der Preis, mit dem das Entſatzheer ſeinen Sieg bezahlt hat, iſt ein mäßiger, ſelbſt wenn man die höchſte der in den weiten Grenzen von 500 bis 4000 ſchwankenden Verluſtziffern annimmt. Der Verluſt betrüge dann etwa 5 pCt. der im Gefecht Geſtandenen. Derjenige der Türken wird doppelt bis vierfach ſo hoch geſchätzt.

Die Feſtung hatte von ihrer urſprünglichen regelmäßigen Beſatzung von 11 200 Mann bis jetzt 5000 durch den Tod verloren; 2000 lagen noch krank. Die Einwohnerſchaft, in der Höhe von rund 5000 Mann am Kriegsdienſt betheiligt, hatte 1650 Mann verloren; darunter 176 eigentliche Bürger der Stadt.

Eine erhaltene türkiſche Beſtandsnachweiſung vom 7. September läßt zu dieſer Zeit ſchon einen Verluſt von 50 000 Mann erſehen.

Die Feſtung hatte wohl 100 000 Schüſſe aus ſchwerem Geſchütz — Doppelhaken und Handgranaten eingerechnet — empfangen und zurückgegeben.

Der Angreifer hat mindeſtens 40 Minen geſprengt und 50 große Stürme ausgeführt.

45.

Die Ausnutzung des großen Sieges war nicht ganz diejenige, die ſie hätte ſein können. Auch hier erſcheinen der Polenkönig und

der Herzog von Lothringen in einem Gegenſatze, der dem Nimbus des erſteren Eintrag thut.

Der Herzog wollte ſofortige Verfolgung; der König hielt einige Tage der Erholung für ſeine ermüdeten Truppen für unerläßlich; auch nicht mit der Reiterei oder doch einem Theile derſelben ſofort zu verfolgen, ließ er ſich beſtimmen.

Dafür beſichtigte er — zunächſt die Feſtung. Dies war vom militäriſchen Standpunkte erklärlich und gerechtfertigt. Der Kommandant empfing ſeine Befreier und zeigte ihnen die in Trümmern liegenden Werke, die rühmlichen Zeugniſſe tapferſten Widerſtandes.

Nun wollte Sobieski auch die Stadt betreten.

Der Kaiſer war von Linz her unterwegs und ſollte morgen eintreffen. Sobieskis Begleiter gaben zu verſtehen, daß ſie noch 24 Stunden warten und nur im Gefolge des Kaiſers in ſeine befreite Reſidenz einziehen möchten. Aber Sobieski verſtand ſie nicht, betrat wie zufällig die Stadt und nahm auch nicht wahr, daß die beiden Kurfürſten und der Herzog von Lothringen zurückblieben.

Der nun folgende Triumphzug Sobieskis, der ſich ſcheinbar unbeabſichtigt aus der militäriſchen Beſichtigung entwickelte, zu dem ſich türkiſche Fahnen und Roßſchweife, auch ein ſchön geſatteltes Leibroß des Großweſirs einfanden, bei dem es natürlich an Zulauf des Volkes, Jubelrufen und Steigbügel-Küſſen nicht fehlte — dieſe anſcheinend improviſirte „Apotheoſe“ mag nicht wenig zu der poetiſchen Verklärung beigetragen haben, in der die kurzgefaßten hiſtoriſchen Darſtellungen in den Compendien und Converſations-Lexiken die ritterliche Geſtalt des Polenkönigs und die That der Befreiung Wiens in Zuſammenhang bringen, gleichſam identificiren.

46.

Erſt am 18. September begann die Kriegsthätigkeit wieder. Der Kurfürſt von Sachſen war mit ſeinen Truppen heimwärts abmarſchirt. Der Fürſt von Waldeck hatte erklärt, ohne neue Befehle ſeiner Auftraggeber die Reichstruppen über Wien hinaus nicht verwenden zu dürfen. Kur-Bayern ſtand noch in neuen Verhandlungen über weitere Betheiligung. Es rückten daher nur die Polen, die ſtets die Vorhut bildeten, und die Kaiſerlichen unter dem Herzoge von Lothringen von Wien donauabwärts den Türken nach.

Der Herzog hatte fortgesetzt mit Sobieski einen schwierigen Stand. Von letzterem ist es ganz unzweifelhaft, daß er ein ritterlicher Herr, von großer persönlicher Tapferkeit und ein ehrlicher Türkenfeind gewesen ist; aber er hatte mit großen Hemmungen und Gegenströmungen zu kämpfen. Seine Truppen waren sehr schlecht disciplinirt, eigenwillig, unbotmäßig, sehr unkameradschaftlich den Deutschen gegenüber und zu Raub und Plünderung geneigt, gleich Türken und Ungarn. Ferner waren viele der Führer vom hohen polnischen Adel, der sich ja niemals durch besonderen Respekt vor seinen Wahlkönigen ausgezeichnet hat, kriegsmüde und unlustig. Endlich drohte in Warschau die französische Strömung wieder die Oberhand zu gewinnen.

Der Widerspruch zwischen eigner Neigung und äußeren Einflüssen erklärt die schwankende Stimmung des Polenkönigs; aber — entschuldigt oder nicht — er war thatsächlich ein unbehaglicher und bisweilen bedenklicher Kriegsgefährte und Verbündeter für den Herzog von Lothringen.

Dieser hatte sich vorgesetzt, dem Wunsche des Kaisers gemäß den Feldzug mit einer „schönen Action" zu schließen und als solche die Einnahme von Gran ins Auge gefaßt. Auf dem Wege dahin holte sich Sobieski eine schwere Niederlage durch ein vollständig kopfloses Benehmen, indem er — wider ausdrückliche Verabredung an einem zum Abwarten des zurückgebliebenen Fußvolkes bestimmten Rasttage — eigenmächtig und ohne vorherige Recognoscirung gegen eine gut gewählte türkische Stellung an- und in einen Hinterhalt hineinritt.

Der Herzog, der ihn selbstverständlich nicht im Stiche lassen wollte, so sehr er auch begründete Ursache hatte, sein eigenmächtiges Vorgehen zu tadeln — rettete die polnischen Truppen und ihren Führer vom drohenden Untergange.

Am 9. Oktober trug der Herzog an derselben Stelle (bei Parkány, Gran gegenüber) einen glänzenden Sieg davon und brachte den Türken große Verluste bei.

Schließlich, bei der Belagerung von Gran, die durch inzwischen eingetroffenen Nachschub bayerischer Truppen erleichtert wurde, konnte Sobieski mit Mühe bewogen werden, wenigstens durch seine passive Gegenwart das Unternehmen zu begünstigen; in seinem Namen wurde der Platz zur Uebergabe aufgefordert und ergab sich nach nur dreitägigem Widerstande.

Die Abſicht des Herzogs war damit erreicht; dem Kaiſer war das Verlangen nach einer ſchönen Schluß-Action des Feldzuges erfüllt.

47.

Zum Schluſſe unſerer Darſtellung mögen dem türkiſchen Hauptträger der Kriegsereigniſſe des Jahres 1683 in Oeſterreich und Ungarn, dem Großweſir Kara Muſtafa, noch einige Zeilen gewidmet werden.

Das Ende des Jahres brachte noch nicht das Ende des Krieges, aber es brachte das Ende ſeines Urhebers.

Die Entfaltung der Mohammed-Fahne war des Großweſirs letzte Anordnung auf dem Schlachtfelde. Er übergab bald darauf den Oberbefehl dem Nächſtälteſten im Range (an Jahren bedeutend Aelteren), dem Paſcha von Buda, Ibrahim, und eilte auf das Angriffsfeld, um das Belagerungskorps zu ſammeln und — vielleicht es als letzte Reſerve in die Schlacht, oder es hinter den Wienfluß in Sicherheit zu führen.

Er hat jedenfalls keinen Einfluß mehr auf das Schickſal des Tages üben können.

Er ging zunächſt nur bis in jene Stellung bei Raab zurück, die er Anfang Juli den Kaiſerlichen gegenüber eingenommen hatte, und ſammelte nach Möglichkeit ſeine vor Wien verſprengten Truppen.

Damit that er etwas Gutes und Rühmliches, aber für ſeine Perſon that er etwas Böſes.

Er ſtattete dem Sultan Bericht über die große Niederlage vor Wien ab und wälzte die Schuld derſelben von ſich auf Andere, namentlich auf Ibrahim, der in der That in den letzten Momenten den Oberbefehl gehabt hatte, aber freilich in Momenten, wo nichts mehr zu retten oder zu verderben war.

Ibrahim hatte im Laufe des Feldzuges zweimal andere Anſichten gehabt und ausgeſprochen, als der Großweſir. Bei der Berathung in Belgrad hatte er gegen das ſofortige Losgehen auf Wien und für die Beſitznahme einiger Zwiſchenpunkte, Komorn, Raab, Presburg, geſtimmt. Als das Entſatzheer oberhalb Wien ſich ſammelte und deſſen Plan erkennbar war, hatte er die Meinung vertreten, daß man den Wiener Wald beſetzen und lieber darauf verzichten ſolle, die Belagerung von Wien in der bisherigen Weiſe aktiv aufrecht zu erhalten.

Der Großwesir hatte zweimal Ibrahims Rath verschmäht, und der Erfolg war die große Niederlage des türkischen Heeres.

Das wäre in Konstantinopel ohne Zweifel zur Sprache gekommen, wenn Ibrahim zum Sprechen gekommen wäre.

Thatsächlich hatte Ibrahim den Oberbefehl gehabt, als die Schlacht vor Wien verloren ging; er hatte sie also verloren, er war verantwortlich. Der Großwesir war im Besitze der höchsten Machtvollkommenheit, der Sultan hatte ihm seine volle Vertretung beim Heere zugestanden, er hatte auch die höchste Gerichtsbarkeit.

Und er übte prompte türkische Justiz. Angesichts der murrenden Truppen ließ er Ibrahim, zwei andere ihm ergebene Paschas und 50 niedere Offiziere, da er sie des Verraths schuldig erklärte, erdrosseln.

Vor dem wieder in Bewegung gekommenen Feinde zog sich der Großwesir von Raab nach Ofen (Buda) zurück. Die von ihm gesammelten Streitkräfte (Anfang Oktober 35 000 Mann) sandte er größtentheils nach Gran und der Grenze zu dem Feinde entgegen.

Tököly mit 8000 Ungarn und zwei Paschas mit ihren Truppen standen 50 km nördlich von Gran, bei Lewa im Thale des Granflusses.

Tököly war um diese Zeit ein sehr zweifelhafter Freund, er verhandelte wieder einmal um Frieden und Anerkennung seiner Wünsche mit dem Kaiser, und zwar durch Vermittelung Sobieskis, der sein Gönner war.

Tököly blieb unthätig zur Seite stehen und ließ es geschehen, daß der Herzog von Lothringen die Türken bei Parkány schlug, daß er Gran angriff und nahm.

Kara Mustafa zog sich von Ofen nach Belgrad, nachdem in dem Gefecht von Parkány am 9. Oktober ein großer Theil der wiedergesammelten Streitkräfte vernichtet oder versprengt worden war.

Lange hatte der Großwesir den Sultan über seine Schuld an der Wiener Katastrophe getäuscht, da er seinen bedeutendsten Ankläger eiligst zum Schweigen gebracht hatte, Anderen mochte die Furcht vor dem mächtigen und gewaltthätigen Manne den Mund verschließen. Seine in der That als tüchtig anzuerkennenden erfolgreichen Bemühungen, aus den bei Wien Versprengten wieder eine achtunggebietende Streitmacht zusammenzubringen, hatten ihm sogar Dank und Belohnung vom Sultan eingetragen.

Als aber der beſte Theil des wiederaufgerichteten Heeres bei Parkány aufgerieben, als Gran gefallen war, da wurden die zaghaften Stimmen der heimlichen Feinde laut, und es erklärten ſich die Janitſcharen gegen ihn. In dem eigenartigen Kriegsſtaate der Osmanen waren die Janitſcharen eine politiſche Macht; ihre einmüthig ausgeſprochene Verwerfung des bisherigen Führers war ein Todesurtheil.

Am 25. Dezember um Mitternacht traten die Abgeſandten des Sultans in Belgrad in die Wohnung Kara Muſtafas, nahmen von ſeiner Bruſt das Siegel mit dem Namenszuge des Sultans, das Zeichen des Großweſirats, und überreichten ihm die rothe ſeidene Schnur, das Zeichen ſeiner Verurtheilung.

So wurde Wien noch vor Ablauf des Jahres an ſeinem Bedränger gerächt.

G. Schröder.

XII.

Rimpler als praktischer Ingenieur.

Es ist begreiflich, daß durch die Vorbereitungen zu der zweihundertjährigen Jubelfeier der Befreiung Wiens von der Türkenbelagerung so mancher Name und so manches Ereigniß aus dem Schlummer der Vergessenheit gezogen oder wenigstens versucht wurde, solche Person oder solche That bei der Nachwelt wieder in Erinnernng zu bringen oder wohl gar in helleres Licht zu stellen, als man damals und nachher für nöthig erachtet hatte.

Es wurde nun in dieser Weise auch des Namens eines Mannes gedacht, der, als zufälligerweise in jüngster Zeit in diesen Blättern und in anderen Fachorganen von den berühmteren Ingenieuren älterer Zeit die Rede war, doch — und zwar nicht unverdient — nur ganz vorübergehend genannt wurde.

Herr v. J., ehemals Hauptmann in der österreichischen Armee und ein tüchtiger Kenner der Geschichte der letzteren, hat nun den Namen dieses Mannes wieder hervorgeholt und dazu aufgefordert, daß letzterer als einer der Helden bei der Vertheidigung Wiens gefeiert und sein Andenken in bleibender Weise verewigt werde.

Es ist dieser Name der des damaligen kaiserlichen Oberstlieutenants und Ingenieurs Georg Rimpler, welcher bekanntlich im Laufe der Belagerung den Tod fand. Es scheint nun, daß in der vorerwähnten Aufforderung weniger Gewicht darauf gelegt wird, daß Rimpler als tapferer Offizier in Erfüllung seiner Pflicht endete, als vielmehr, daß er sich durch seine Schriften über die Befestigungskunst unvergänglichen Ruhm erworben und auf diesem Gebiete die Wege des Fortschrittes eröffnet und gebahnt habe.

Wir pflichten der Behauptung, daß Rimpler ſich um Wien bleibendes Verdienſt erworben, indem er die Vertheidigung durch ſeine Thätigkeit und ſeine Rathſchläge in erſprießlicher Weiſe unterſtützte, völlig bei. Herr v. J. iſt, wie ſchon erwähnt, ein gründlicher Kenner der Geſchichte Oeſterreichs und der öſterreichiſchen Armee; über das ſchriftſtelleriſche Wirken Rimplers aber ſcheint er (woraus wir ihm übrigens nicht entfernt einen Vorwurf machen können und wollen) nur durch „Zaſtrows Geſchichte der Befeſtigungskunſt“ oder gar durch den „Militäriſchen Notizenſchatz“*) unterrichtet worden zu ſein. Es iſt aber ſehr nothwendig, das theoretiſche und praktiſche Wirken Rimplers ſtreng von einander zu ſondern, da in dieſer Beziehung nicht leicht bei einem andern Manne ein größerer Unterſchied gefunden werden kann.

Ein tieferes Eingehen auf den Inhalt der Schriften Rimplers iſt gegenwärtig nicht beabſichtigt, doch werden einige Worte über ſeine Erfolge als Schriftſteller, ſeine Gegner und ſeine Lobredner nicht überflüſſig erſcheinen.

Seine Schriften, von denen die öfteſtgenannte „Die befeſtigte Feſtung“ war, wurden anfänglich von den Ingenieuren vom Fach (mit Ausnahme Scheithers) wenig beachtet. Deſto größer war das Aufſehen, welches bei den Laien im Ingenieurfache hervorgerufen wurde. Dieſen galt Rimpler als der erſte Ingenieur aller Zeiten. Der ſo oft vorgebrachte Gemeinplatz, daß, wenn ein Nichtingenieur eine durchgreifende Reform des Befeſtigungsweſens vorgeſchlagen habe, er ſofort von der Gilde der zünftigen Ingenieure verfolgt, bekämpft und mit allen Mitteln unterdrückt worden ſei, paßt alſo auf Rimpler doppelt nicht, da er einmal ſelbſt Ingenieur war und weil er wenigſtens anfänglich von den anderen Ingenieuren ziemlich ſchonend behandelt wurde. Erſt lange Zeit nach Rimplers Tode, im Jahre 1703, gab der kaiſerliche Oberſt und Oberingenieur Ernſt Friedrich Baron v. Borgsdorf ſeine durch lange Zeit in der kaiſerlichen Armee ſehr hoch gehaltene „Neu triumphirende Fortifikation“ heraus, in welchem Werke die Anſchauungen Rimplers widerlegt und ſeine Vorſchläge als unzweckmäßig und unausführbar dargeſtellt wurden.

*) Ein vor mehr als dreißig Jahren in der öſterreichiſchen Armee ſehr beliebtes Handbuch, worin Rimpler, Landsberg und Montalembert überſchwänglich gelobt wurden.

Es scheint, daß der Lärm, welchen die Lobredner Rimplers erhoben, inzwischen gar zu arg geworden war.*)

Professor Leonhard Chrkstoph Sturm, allerdings kein Berufsingenieur, doch durch seine „Architectura militaris etc.“ berühmt geworden, war der Einzige, welcher 1704 in einer Schrift: „Einen unumstößlichen Beweis, daß Rimplern von Borgsdorfen zu viel geschehen“ den Verfasser der „befestigten Festung“ zu vertheidigen suchte, aber noch im selben Jahre von Borgsdorf widerlegt wurde. Denn des Letzteren „Defensions-echo oder eine Erläuterung über einige von Rimplers befestigter Festung angemerkte Schwachheiten wider Sturms unumstößlichen Beweis“ war zwar ziemlich schwülstig und hitzig, hatte aber den größten Theil des Publikums für sich. Erst dem gegenwärtigen Jahrhundert war es vorbehalten, einige beredte Vertheidiger Rimplers auftreten zu sehen. Derselbe sollte bald der letzte Repräsentant der deutschen Schule oder gar der einzige würdige Nachfolger Speckles, bald der Bahnbrecher für Landsberg und Montalembert gewesen sein.

Vielleicht die richtigste Beurtheilung aber hat Rimpler durch einen Zeitgenossen, den bereits erwähnten Obersten Bernhard Scheither erfahren. Scheither war nicht nur der Berufsgenosse Rimplers, sondern, wie er selbst in seinem Examen fortificatorium sagt, dessen persönlicher Freund und langjähriger Kampfgenosse. Er sagt darin offen, daß man vielleicht manche Vorschläge Rimplers günstiger beurtheilen würde, wenn man

---

*) Der Herr Verfasser dürfte Borgsdorf deshalb hervorgehoben haben, weil derselbe eine ansehnliche Stellung als praktischer Ingenieur und weil er diese Stellung in Wien bekleidet hat.

Nur um möglichen Mißverständnissen vorzubeugen, bemerken wir — nicht berichtigend, sondern nur ergänzend — daß Wertmüllers „Probirstein der Ingenieure“, in welchem Rimpler einen überaus heftigen Angriff erfuhr, bereits 1685 erschienen und von dem Rimpler-Verehrer Suttinger 1687 beantwortet worden ist. Der Streit um Rimpler ist demnach sehr bald nach seinem Tode entbrannt. Da Wertmüller durch seinen anmaßenden Ton die gesammte deutsche Ingenieurwelt beleidigt hatte, so hat er durch Uebermaß sich geschadet, sich mißliebig gemacht und wenig Anklang gefunden.

Das Auftreten eines in hohem Ansehen stehenden Mannes wie Borgsdorf mußte bedeutendere Wirkung thun. Anmerk. d. Red.

nur überhaupt wüßte, was er eigentlich gewollt habe und wenn er seine Ideen durch Zeichnungen erläutert hätte. Das ist das Wahre! Und doch ist es gerade das — Mystische in den Schriften Rimplers, was auf den Laien besonderen Eindruck ausüben mochte, während die Unklarheit und Unvollständigkeit der Entwürfe dieses Ingenieurs das abträgliche Urtheil des Fachmanns vollständig rechtfertigt. Das Buch Scheithers scheint aber auch in anderer Weise auf die Beurtheilung Rimplers Einfluß gehabt zu haben. Jener erörterte und widerlegte darin die Entwürfe des Letzteren dem Brauche der Zeit gemäß in höchst umständlicher Weise und zog die Parallele mit seinen eigenen Vorschlägen, wobei es an mehrfältigen Wiederholungen nicht fehlte. Selbst bei aller Aufmerksamkeit weiß man bei mancher Stelle nicht sogleich, ob von einer Idee Rimplers oder Scheithers die Rede ist. Wie nun erst bei einer nur flüchtigen Durchsicht und wenn man in dem Lesen alter Druckwerke keine besondere Uebung besitzt!*) Zudem haben einige Ideen Rimplers (soweit dieselben überhaupt verständlich sind) einige Aehnlichkeit mit den in der retirirten Festung Scheithers angegebenen Linien und Profilen, und es mögen daher einige Ideen des Letzteren dem Ersteren angerechnet worden sein und dessen Ruf vermehrt haben.

Uebrigens war Rimpler nie in der Lage, eine Stadt ganz oder auch nur zum großen Theile nach seinen Ideen zu befestigen, und so sehr auch letztere von einigen seiner Bewunderer in späterer Zeit gepriesen wurden, so fand sich doch Niemand veranlaßt, nach Rimplers Angaben zu fortificiren. Seine Schöpfungen, wenn man dieses Wort überhaupt gebrauchen darf, sind also nicht Erde und Stein, sie sind niemals verwirklicht worden und ihr Werth oder Unwerth kann gegenwärtig nur den Gegenstand einer mehr oder minder mäßigen, ganz theoretisch gehaltenen Disputation bilden.

---

*) Flüchtigkeit und unrichtige Lesart haben gerade bei der Benutzung älterer Militärschriftsteller zu manchem Quiproquo geführt. So wurde in einem Abriß der Geschichte der Befestigungskunst von dem ehrlichen Speckle erwähnt, daß derselbe als — Rittmeister im Dienste Maximilians II. gestanden habe. Das etwas veraltete Wort „Rüstmeister", vielleicht dem heutigen „Genie-Inspecteur" nahekommend, war in dieser Weise von dem rasch arbeitenden Autor umgemodelt worden.

Ganz anders steht Rimpler als ausübender Ingenieur und als kampfbereiter Soldat da. Während die Geschichte so viele durch ihre ausgezeichneten Ideen berühmte, in deren Ausführung aber höchst unbehilfliche Männer nennt, war Rimpler in seiner praktischen Thätigkeit ein ebenso geschickter, geistesgegenwärtiger, thätiger und energischer Mann. Das Wenige, was hierüber bekannt ist, läßt übrigens die Vermuthung zu, daß Rimpler sich in seiner praktischen Thätigkeit von seinen eigenen Ideen, wie er dieselben in seinen Schriften niedergelegt, weit entfernt hielt, ja in manchen Fällen die Vorschläge seiner entschiedensten Widersacher ausführte.

Seine Thätigkeit war eine höchst bedeutende und es muß besonders hervorgehoben werden, daß er dieselbe nur selten in der Ruhe des Friedens entfalten konnte, sondern daß er sein Metier zumeist unter dem Donner der Kanonen ausüben mußte. Er diente den verschiedensten Herren und war am Rhein und an der Donau, an der Ostsee und im Mittelmeere thätig und durfte der Landsknecht unter den Ingenieuren seiner Zeit genannt werden.

Nach einigen Angaben soll Rimpler bei den Belagerungen und Vertheidigungen von Philippsburg, Bommel, Nimwegen, Riga, Stettin, Bonn und Kandia thätig gewesen sein. Er wird vielleicht auch hier mit dem nachmaligen Obersten Scheither verwechselt, welcher ebenfalls die meisten der erwähnten Festungskämpfe mitmachte. Sollten jedoch diese Angaben richtig sein, so würde sich dadurch nur das früher Gesagte bestätigen, daß nämlich Rimpler die Lehren seiner Widersacher befolgte. So z. B. bei Damm und Stettin, wo mehrere Ideen Scheithers zur Ausführung kamen. (So z. B. die aus Holz erbauten Galerien, Bombenbalken und Caponnieren.)

Bei Bonn, wo es sich mehr um die Abwehr der feindlichen Entsatzversuche und um ein Bombardement der Stadt handelte (1673), mochte sich für Rimpler keine besondere Gelegenheit zur Auszeichnung ergeben haben, desto mehr aber bei Riga und Bommel, wo Rimpler unbestritten thätig war. Welche Bauten der schon damals eines guten Rufes sich erfreuende Ingenieur bei dieser Gelegenheit ausgeführt, konnten wir leider nicht ermitteln, doch wurde er unter den Ausgezeichneten genannt. Ebenso betheiligte sich Rimpler an der Vertheidigung von Kandia. So ausführlich auch dieser ewig denkwürdige Kampf geschildert wurde,

so ist doch nirgends ersichtlich, welche Arbeiten etwa nach seiner Angabe und unter seiner Leitung ausgeführt wurden. Von den späteren Ideen Rimplers findet sich jedoch keine ausgeführt, wobei übrigens bemerkt werden muß, daß Rimpler damals noch ziemlich jung war und daß sich die Oberleitung der Vertheidigungsarbeiten in den Händen der Venetianer befand. Auch war Rimpler nicht während der ganzen Dauer der Belagerung anwesend. Er befand sich aber immerhin unter den Ausgezeichneten und vermehrte seine Kriegserfahrenheit.

Wenn aber die Lobredner Rimplers, zum Theil auf dessen Worte sich berufend, behaupten, daß die an der Befestigung jenes Platzes nach italienischen Maximen angebrachten Bollwerke, deren mangelhafte Konstruktion die Tapferkeit ihrer Vertheidiger so schlecht unterstützte, den erfahrenen Rimpler veranlaßten, über die Mängel der Bastionär-Befestigung überhaupt nachzudenken und demzufolge einem System das Dasein zu geben, welches in der Geschichte der Fortifikation viel Epoche gemacht hat, so erscheint solche Aeußerung Jenem, welcher die Schriften Rimplers kennt, gewiß weit über das Ziel hinausschießend.

Wohl aber hatte Rimpler bei dieser Belagerung sich mit den Vor- und Nachtheilen der italienischen Befestigung vollkommen vertraut machen und das bei der Vertheidigung solcher Werke entsprechendste Verfahren lernen können, was ihm später bei der Vertheidigung von Wien, diesem nach der ausgesprochensten italienischen Manier befestigten Platze, von besonderem Vortheile sein mochte.*)

---

*) Die Belagerungen, denen Rimpler bis zum Jahre 1674 beigewohnt, hat er selbst in seinem Hauptwerke dem Namen nach und in chronologischer Ordnung aufgezählt. Die Dauer und die Angabe der Vertheidiger und Angreifer fügen wir nach geschichtlichen Quellen hinzu, wobei die Partei, welcher Rimpler angehört hat, gesperrt gedruckt ist.

Riga 12/8. bis 5/10. 1656. Schweden gegen Russen.

Bremen 1666. Bürgerschaft gegen Schweden.

Kandia 1667—1669. Rimplers Theilnahme vom 26/6. bis 5/9. 1669.

Venedig (R. bei braunschweig-lüneburgischen Hilfstruppen) gegen Türken.

Duisburg	16/6. bis 21/6.	1672	Holland gegen Frankreich. Ob Rimpler in französischen Diensten gewesen, ist nicht bekannt. Wir halten es nicht für wahrscheinlich.
Nimwegen	3/7. „ 9/7.		
Crèvecoeur	14/7. „ 19/7.		
Bommel	20/7. und 21/7.		

Zu der Zeit, als der Angriff der Türken auf Wien mit Gewißheit zu erwarten war, war Rimpler thatsächlich ein vielgenannter Mann, und in gleichzeitigen Schriften ist von ihm als von dem „berühmten Rimpler" die Rede. Er hatte aber diese Berühmtheit gewiß weniger seinen Schriften, als vielmehr seinem Geschick und seiner Erfahrung als praktischer Ingenieur (namentlich im Minenwesen) und seiner Tapferkeit als Soldat zu danken.

Im Jahre 1672 hatte Ludwig XIV. ein Bündniß mit dem Reiche. Es können also deutsche Offiziere als solche bei der französischen Armee gewesen sein.

Bonn 4/11. bis 12/11. 1673. Franzosen gegen Alliirte, unter denen die Kaiserlichen.

Nach 1674 fallen die oben im Text erwähnten Belagerungen von Philippsburg, Stettin, Neuhäusel.

Philippsburg kann richtig sein, obwohl es Rimpler nicht nennt, denn Rimpler muß seine Aufzählung vor 1674 (dem Publikationsjahr seines Hauptwerkes) niedergeschrieben haben, und die Belagerung von Philippsburg fand 1676 statt.

In seiner wider Scheither gerichteten Schrift (1677) gedenkt Rimpler dieser Belagerung, sagt aber nicht, daß er daran theilgenommen habe. Er würde es nicht unterlassen haben — meint Glaser — sich mit dieser Action, Scheither gegenüber, zu brüsten, wenn er dabei gewesen wäre.

Aus dem gleichen Grunde des späteren Datums kann Stettin (1677) richtig sein. Dagegen spricht hier der Umstand, daß Suttinger, dessen Absicht es ist, Rimplers Kriegserfahrenheit gegen die angezweifelte seines literarischen Widersachers Wertmüller herauszustreichen, von Stettin nichts weiß. Und der Kampf des Brandenburgers gegen die Schweden machte doch in Deutschland Aufsehen genug! Auch müßte Rimpler, der Philippsburg mit den Kaiserlichen soll haben belagern helfen, ein Jahr später wieder den Schweden oder dem Großen Kurfürsten gedient haben; bald danach müßte er aber wieder zu den Kaiserlichen zurückgekehrt sein.

Suttinger — nachdem er die von Rimpler selbst namhaft gemachten acht, vor 1674 fallenden Belagerungen aufgezählt hat — fährt fort: „Gleichwie er (Rimpler) aber allen diesen Attaken mit großem Eifer und Ernste zugeeifet, also sind auch noch Fürsten, Grafen und Herrn das lebendige Zeugniß, daß er sich auch nachgehends (d. h. nach 1674) bei unterschiedlichen Belagerungen finden und brauchen lassen, aus welchen ich zwar selbst weiß Philippsburg, Neuhäusel und endlich auch Wien, in welcher Haupt-Festung er sodann auch nach vielen tapfern Verrichtungen und allen Denjenigen, so man von einem fundamentalen

Dieſer günſtige Ruf mochte auch ſeine Anſtellung in kaiſerlichen Dienſten erleichtert und ihm daſelbſt ein ſchnelles Fortkommen geſichert haben. Irrig iſt es aber, daß Rimpler, wie von mancher Seite angenommen wird, eigens erſt nach Wien berufen worden oder freiwillig als eine ganz unverhoffte Hilfskraft nach Wien gekommen ſei.

Ingenieur erfordert, ſeinen ſieghaften Geiſt, nicht ohne große Beſtürzung ganzer Generalität, ausgeblaſen."

Gegen Neuhäuſel muß proteſtirt werden. 1663 hatten es die Türken erobert und beſaßen es ſeitdem. Dieſer Fall kann nicht gemeint ſein, denn zwiſchen Riga 1656 und Bremen 1666, wo Rimpler ſicher bei den Schweden und an der Oſt- und Nordſee war, kann er nicht füglich in Ungarn bei den Kaiſerlichen geweſen ſein. Gewiß hätte er dann auch in ſeiner Aufzählung dieſe Action nicht unerwähnt gelaſſen. Es kann alſo nur der Verſuch der Oeſterreicher im Juni 1683 gemeint ſein, der, wie in unſrer Abhandlung über den Kampf um Wien (Seite 315) angegeben, kaum erwähnenswerth iſt; daß außerdem Rimpler zu dieſer Zeit gar nicht mehr bei der Feldarmee, ſondern wahrſcheinlich ſchon zur Armirung nach Wien geſchickt war, iſt aus den Mittheilungen in „Das Kriegsjahr 1683" zu belegen.

Riga (1656) iſt Rimplers früheſte Kriegserfahrung. Wahrſcheinlich war er damals noch gemeiner Soldat, denn er iſt als Weißgerber-Geſelle auf der Wanderſchaft nach der genannten baltiſchen Hafenſtadt gekommen und dort unter die Soldaten gegangen. Da er 13 Jahre ſpäter Lieutenant in einer Infanterie-Compagnie war, iſt es kaum denkbar, daß er bereits in Riga irgend welche Bedeutung gehabt haben ſollte.

Ueber Kandia iſt Rimpler ſelbſt ſein beſter Leumundszeuge. Er hat dort in drei Monaten viel geſehen und erfahren. Er hat auch gut beobachtet und ſich's mit klugem Sinn zurecht gelegt. Aber daß er unter den Ausgezeichneten geweſen ſei, behauptet weder er ſelbſt noch ſagt es das ausführlich und allem Anſcheine nach ehrlich und ſachlich geſchriebene Tagebuch der Braunſchweiger.

Der Schlußakt, zu dem die Deutſchen in Kandia noch zurecht kamen, war ein mörderiſcher Kampf, der Schauplatz, auf den ſie geſtellt wurden, war eine Mördergrube; die klugen Venetianer ſtopften mit ihnen die Lecke, die der türkiſche Mineur in ihre „General-Retirade" riß; Ausgezeichnetes konnte hier geleiſtet werden und iſt geleiſtet worden in perſönlicher Bravour; für Ausgezeichnetes im Ingenieurfache waren Kampffeld und Kampfweiſe zu wüſt und wild.

Anmerkung der Redaction.

Ueber die Thätigkeit Rimplers kurz vor der Belagerung Wiens sind ziemlich genaue Angaben erhalten worden. Und es war diese Thätigkeit vielleicht umfassender und wichtiger als die Aufgabe, welche Rimpler in Wien zugewiesen erhielt. Als nämlich der Krieg schon unvermeidlich erschien, besichtigte der Hofkriegsrathspräsident Feldmarschall Markgraf Hermann von Baden die wichtigsten ungarischen Plätze. In seiner Begleitung befand sich auch Rimpler, welcher später auch mit der selbstständigen Inspicirung mehrerer anderer Festungen betraut wurde. Er wurde später auch beauftragt, die bei Komorn, Preßburg, Leopoldstadt und Raab projektirten neuen Werke auszuzeichnen. Letzteres Wort bedeutet etwa so viel als abstecken; keineswegs ist aber damit gesagt, daß Rimpler diese Werke auch entworfen habe. Nur hinsichtlich der Festung Raab steht fest, daß deren Commandant den Befehl erhielt, die Vollendung der Contrescarpe, wie selbe von dem Ingenieur Rimpler entworfen worden, thunlichst zu beschleunigen. Was bei Leopoldstadt aufgeführt wurde, können nur Erdwerke gewesen sein, denn im Ganzen steht diese kleine Festung gerade so da, wie sie 1666 vollendet wurde. Preßburg hat längst aufgehört, Festung zu sein und es läßt sich über die etwa damals aufgeführten, nunmehr spurlos verschwundenen Werke kein Urtheil fällen. In Komorn wurde der Bau der sogenannten „neuen" Festung allerdings im Jahre 1683 ausgeführt oder wenigstens begonnen. Letztere trat an die Stelle der die „alte" Festung umschließenden, vermuthlich ziemlich unbedeutenden Werke, die nach dem Zeugniß des Speckle schon zu Ende des sechzehnten Jahrhunderts existirten. Es wäre aber mehr als gewagt, wollte man aus dem Angegebenen schließen, daß Rimpler die neue Festung in Komorn gebaut oder wenigstens die Pläne dazu geliefert habe. Im Gegentheil mochte damals die Anlage so bedeutender Werke für so wichtig gehalten werden, daß selbe erst nach langer Berathung und unter thätiger Theilnahme aller einflußreichen Persönlichkeiten, zumal der Herren des Hofkriegsrathes, approbirt wurde. Der mit der Anfertigung des Planes beauftragte Ingenieur hatte also im besten Falle die Werke so hinzuzeichnen, wie sie von den Mitgliedern des Conseils entworfen worden waren. Und da wurden die Werke gewiß nur nach der althergebrachten erprobten Manier, keineswegs aber nach neuen, kaum noch in weiteren Kreisen bekannten Projekten entworfen. Sollte man aber gleichwohl dem

Ingenieur Rimpler freie Hand gelassen haben, so muß man es demselben zugestehen, daß er nicht entfernt daran dachte, seine Entwürfe zur Ausführung zu bringen. Denn in der ganz zufälligen, allerdings etwas abnormen Zusammenfügung einiger Polygonseiten wird wohl Niemand ernstlich die Rimplerschen Mittelbollwerke erblicken wollen. Als dann im Mai 1683 die kaiserliche Armee in das Feld rückte, befand sich Rimpler im Gefolge des Herzogs von Lothringen und war bei der begonnenen, aber sofort wieder aufgehobenen Belagerung von Gran gegenwärtig. Bei der darauf unternommenen Belagerung von Neuhäusel aber ward Rimplers Name nicht mehr genannt. Es ist daher wahrscheinlich, daß Rimpler schon zu dieser Zeit oder einige Tage später, als man erkannte, daß der Zug der Türken gegen Wien gerichtet sei, dorthin geschickt wurde. Nach dieser Annahme blieben ihm fünf Wochen, die er allerdings trefflich benützte, die er aber auch nöthig hatte, um alle jene Arbeiten, die auf seine Rechnung gesetzt werden, auszuführen oder wenigstens zu entwerfen.

Wie aus dem eben Angeführten zu ersehen, befand sich bei Ausbruch des Krieges Rimpler schon seit längerer Zeit im kaiserlichen Dienste und wurde also ganz einfach zu der Vertheidigung kommandirt, wenn auch bei seiner Thatenlust anzunehmen ist, daß er sich um diese Verwendung beworben hatte. Er war damals Oberstlieutenant und Oberingenieur. Von Einigen wird er Oberst genannt. Bei der Unbestimmtheit, welche noch zu jener Zeit in den militärischen Rangbezeichnungen bei der Artillerie und dem Genieweſen herrschte, läßt sich das Richtige jetzt nicht bestimmen. Vielleicht hatte ihn Starhemberg zum Obersten ernannt —, doch nannten ihn die Verlustlisten nur Oberstlieutenant.*) Uebrigens war der Titel Oberingenieur der wichtigere. Ebenso ist die Angabe, daß Rimpler mit der Leitung der Vertheidigung betraut gewesen sei, zu weitgehend.

Es bekümmerte sich nicht nur der Feldzeugmeister Graf Starhemberg um die geringsten Details der Vertheidigung, sondern es war auch derselbe in der Kriegsbaukunst ziemlich bewandert, so daß er recht gut angeben konnte, was der Ingenieur

*) Der zweifellos irrthümliche „Oberst" stammt vielleicht von der in Druckwerken jener Zeit vorkommenden und aus Flüchtigkeit oder Unkenntniß falsch gelesenen Abbreviatur: „Obrist L." Anm. d. Red.

auszuführen hatte. Gleiches kann von dem Feldmarschall-Lieutenant Graf Daun und dem General Marchese Obizzi gesagt werden.

Rimpler war Chef des Ingenieurwesens der Vertheidigung.

Da man sich von den Türken eines Sappen- und Minen-Angriffs zu versehen hatte, da die breiten Gräben zum Theil des Aufräumens und der Vermehrung rasanter Vertheidigungsanlagen bedurften; da man sich in den Werken abschneiden wollte, so lagen sehr bedeutende Armirungs-Aufgaben vor.

Was Rimpler in dieser Stellung geleistet hat, verdient alle Anerkennung. Er traf, sobald die Richtung des türkischen Angriffs nicht mehr zweifelhaft war, die umfassendsten und zweckmäßigsten Vorkehrungen.

Hierher gehörte die Anlage der „Communicationsgalerie" und der niederen Flanken vor der Kurtine und den Flanken der Burg- und Löbl-Bastei. Diese Anlagen können nur in der Zeit bis zu der Krönung des Glacis ausgeführt worden sein, da in späterer Zeit jede Minute und jede Arbeitskraft durch den Minenbau und die Anlage der Abschnitte vollauf in Anspruch genommen wurden. Auch die gedeckten Verbindungen dieser Anlagen mit dem Ravelin und der Contrescarpe dürften schon jetzt begonnen worden sein. Wohl nur diesen Werken war der lange Widerstand, welchen das Ravelin nachmals leistete, zu danken. Sie waren aber sehr weit von den früher veröffentlichten Ideen Rimplers entfernt. Diese Communicationsgalerie war eigentlich nichts Anderes als eine niedere Faussebraye, die mit den vorgelegten niederen Flanken eine an den Hauptwall anschließende Grabenscheere bildete. Wir finden darin eine Idee wieder, welche schon de Ville und Tensini vorgebracht hatten, die aber von Scheither zu besonderer Vollkommenheit ausgebildet worden war.

Als es sich nun zeigte, daß die Türken die Werke weniger durch das Geschützfeuer als nur durch Minen zu bewältigen suchten und als sie mit ihren, einem Irrgarten gleichenden Laufgräben sich den drei ausspringenden Spitzen des gedeckten Weges näherten, rüstete sich Rimpler für den Minenkampf, und es ist anzunehmen, daß er schon jetzt mit dem Bau der Abschnitte, durch welche nachmals die Vertheidigung des gedeckten Weges in so ganz außerordentlicher Weise verlängert wurde, begann.

Und wieder zeigte es sich, daß Dasjenige, worauf man die

meiſten Hoffnungen geſetzt haben mochte, keinen beſonderen Erfolg hatte. Denn der Minenkrieg, bezüglich deſſen man auf Rimpler in ganz beſonderer Weiſe vertraut zu haben ſcheint, wurde von den Vertheidigern kaum mit größerem Geſchick und mit noch geringerem Erfolg als von den Türken geführt. So lange Rimpler lebte, gelang es nicht, auch nur eine türkiſche Mine auszuladen, und man findet nirgends, daß man von Quetſchminen (die man damals ſchon anwendete, wenn man auch die großen Druckkugeln noch nicht kannte) Gebrauch gemacht hätte. Die Türken brachten alle Minen zur Entzündung und es war nur ihrem Ungeſchick zuzuſchreiben, daß dieſelben öfter rückwärts ſchlugen. Allerdings muß erwähnt werden, daß es an geübten Minenarbeitern und noch mehr an Offizieren und Unteroffizieren für dieſen Dienſt fehlte. Die ſtädtiſchen Brunnenarbeiter und einige zufällig in Wien „herbergende" Bergleute mögen Alles geweſen ſein, wodurch Rimpler ſeine etwaigen Mineure verſtärken konnte.

Die Abſchnitte in den angegriffenen Werken waren einfache Wälle oder vielmehr nur Bruſtwehren aus Erde oder Dünger,*) ja oft nur Palliſadenreihen mit einer ſchwachen Erdanſchüttung. Aber eben der Muth, mit welchem die Vertheidiger dieſe armſeligen Deckungen behaupteten, verdient unſere Bewunderung.

Am 23. Juli**) ließen die Türken die erſten zwei Minen ſpringen, von denen die eine zurückſchlug, die andere aber eine bedeutende Verwüſtung anrichtete. Doch wurde der beabſichtigte

---

*) Als vor etwa zehn Jahren der letzte Reſt der Wiener Feſtungswerke demolirt wurde, ſtieß man nach Wegräumung der Escarpe auf die damals raſch ausgefüllte Breſche. Es war ein mächtiger, etwa 8 m hoher, 15 bis 18 m langer und oben über 3 m dicker Wall von feſtgeſtampftem Dünger. Man hatte bei der ſpäteren Renovirung dieſen Wall für feſt genug erachtet und die neue Escarpe daran angelehnt.

**) Neuen Stils. Viele rechneten damals noch nach dem alten, obwohl der gregorianiſche Kalender bereits ſeit 100 Jahren eingeführt war. Der alte Stil war damals 10 Tage hinter dem neuen zurück. Die proteſtantiſchen Stände Deutſchlands haben ſich erſt im Jahre 1700 dazu verſtanden, die Verbeſſerung anzunehmen, die unter der Aegide des Papſtes ſtand.

Das Nebeneinander der beiden Stile hat viel Verwirrung in die Daten der Weltgeſchichte, auch in die der Wiener Belagerung gebracht.

Anmerkung der Redaction.

Eingang in den gedeckten Weg nicht hergestellt, und noch weniger gelang es den Türken, sich in dem letzteren festzusetzen. Ihre wiederholten Stürme wurden blutig zurückgeschlagen. Eine zwei Tage später gesprengte Mine zerstörte den ausspringenden Winkel des gedeckten Weges vor dem Ravelin, doch blieb auch jetzt der dreimalige Sturm der Türken erfolglos, ja es wurden von den hierauf ausfallenden Vertheidigern die nächstliegenden türkischen Laufgräben zerstört. Und als die den wichtigsten Abschnitt bildenden Palisadenreihen theils durch die nächste türkische Mine zerstört, theils durch die mit größter Tollkühnheit stürmenden Türken umgerissen wurden, behaupteten sich die Vertheidiger und setzten sogar in der folgenden Nacht eine neue Palisadenreihe.

Desto weniger Erfolg hatten die Vertheidiger von ihren Minen. Starhemberg hatte hierauf große Hoffnungen gesetzt und er ließ sogar eine eigene Pulvermühle erbauen, um das für die Minen erforderliche Pulver zu erzeugen. Gleichwohl hatte die erste Vertheidigungsmine, welche am 26. spielte, fast gar keinen Erfolg und auch die nachfolgenden Minen waren nicht wirksamer, wogegen die Türken, nachdem sie durch ihre Minen neuerdings einige Palisadenreihen und an mehreren Stellen den Kamm des Glacis und Theile der Contrescarpe zerstört hatten, sich endlich im gedeckten Wege festsetzten. Demungeachtet hielten sich die Vertheidiger in dem rückwärtigen Theile des gedeckten Weges auf beiden Seiten des vielgenannten Burgravelins, indem sie, sobald der eine Abschnitt unhaltbar geworden oder durch die feindlichen Minen zerstört worden war, sofort sich in dem bereits errichteten rückwärtigen Abschnitte festsetzten. Zwölf volle Tage währte der Kampf um den gedeckten Weg, und erst nachdem derselbe durch sechs große Minen in einen kaum mehr erkennbaren Trümmerhaufen war verwandelt worden und nachdem neue mit überlegener Macht und der größten Heftigkeit ausgeführte Stürme abgeschlagen worden waren, zogen sich die Vertheidiger, die nicht mehr Platz zum Fechten hatten, in die inzwischen vollendeten Verbauungen im Graben und in das Ravelin zurück.

Inwiefern Rimpler ein Antheil an dem Lobe zusteht, welches die standhafte Vertheidigung des gedeckten Weges verdient, muß dahingestellt bleiben; als ihren intellektuellen Urheber oder doch Förderer wird man ihn betrachten dürfen.

Man sah die Art, wie der Türke angreifen würde, deutlich

voraus und konnte sich über die Dispositionen für die Abwehr verständigen.

Starhemberg wird verlangt und die Besatzung wird versprochen haben, nur zurückzuweichen, wenn es durchaus sein muß und nur Schritt für Schritt, und wieder vorzubrechen, wo es irgend sein kann.

Der Ingenieur wird technisch instruirt haben, wie das Zurückweichen Schritt für Schritt durch Palliſadenſetzen, Palliſaden gegen Brandlegung ſchützen, Palliſaden-Vertheidigen mit der Muskete, mit Haken, mit Senſen an langen Stangen, ſchlimmſtenfalls mit Steinen und Allem, was ſich werfen läßt — zu begünſtigen ſei.

Daß auch der zweite Theil des Vertheidigungs-Programms für den Ingenieur Geltung habe, hat Rimpler rühmlich aber leider für ihn verderblich gezeigt. Dem Ausfall am 25., mit dem die Beſatzung des gedeckten Weges dreimaligen und dreimal zurückgewieſenen Anſturm beantwortete, ſchloß er ſich perſönlich an. Er hätte das nicht nöthig gehabt, als Ober-Ingenieur vielleicht nicht einmal thun ſollen, vielmehr in Berückſichtigung, daß ſeine Intelligenz und Umſicht dem Platze noch lange nöthig ſei, einen der jüngeren Ingenieure vorſchicken müſſen, der den Leuten hätte zeigen können, wie ſie ſchnell und nachhaltig den türkiſchen Laufgräben Schaden zufügen konnten. Er war alſo in dieſem Momente vielleicht zu wenig Ingenieur; dafür aber unzweifelhaft ein braver Soldat.

Im Getümmel des Handgemenges wurde ihm von einer türkiſchen Kugel der linke Arm zerſchmettert.

Er hat in Perſon nicht wieder auf ſeinem Poſten erſcheinen können; am 2. Auguſt*) iſt er infolge ſeiner ſchweren Verwundung geſtorben.

Daß Rimpler bereits am 25. Juli gefallen — genauer: ſchwer verwundet und kampfunfähig geworden — iſt authentiſch angegeben, wenn nicht früher, ſo doch ſchon in der Vorrede zu der von Herlin beſorgten Geſammt-Ausgabe der Rimplerſchen Schriften von 1724.

---

*) Suttinger, der in Wien Rimplers Untergebener war und ihm perſönlich nahe ſtand, giebt den 3. Auguſt als ſeinen Todestag.
Anmerkung der Redaction.

Daß aus officiellen Quellen dieses Datum feststand, beweist aus neuerer Zeit ein Artikel in Streffleurs milit. Zeitschrift (1863, Band I, pag. 238).

Die unzweifelhafte Thatsache ist sonderbarerweise in Vergessenheit gerathen; es giebt Berichterstatter, die Rimpler um 4, um 8 Tage später fallen lassen, ja, von einem Sachverständigen, der fleißig Quellen studirt hat, wird der 18. August als der wahrscheinliche Todestag bezeichnet.

Es ist merkwürdig, wie viel mit Verdunkelungen Rimpler zu thun gehabt.

Im Leben verdunkelte er selbst durch positives und negatives Verhalten, durch die Schriften, die er gab, und durch die Zeichnungen, die er nicht gab, seine Persönlichkeit, und als er aus dem Leben schied, umdunkelte seinen Tod die Sage!

Denn es scheint uns nicht zufällig, sondern instinktive Volkspoesie, daß der berühmte Ingenieur Rimpler und die berühmte Vertheidigung von Wien länger beisammen gelassen worden sind als elf Tage.

Es ist immer ein Zeichen von der Volksthümlichkeit einer historischen Person, wenn sich unhistorische Legenden um dieselbe spinnen.

Es mag zum Belege für die Thätigkeit der Volksphantasie eine Erzählung aus der Hamburger Kern-Chronik eingeschaltet werden, deren Held „Rimpler als Mineur" ist.

Man muß sich erinnern, daß, als Rimpler noch lebte, mit der Minenvertheidigung nur eben ein schwacher Anfang gemacht war, daß es sich zunächst jedenfalls nur um Gegenminen im Glacis, dicht am gedeckten Wege, handelte. Diese Gegenminen waren sehr primitiver Natur. Man grub sich ohne sonderliche Berücksichtigung der feindlichen Minenarbeiten an einem beliebigen Orte ein und suchte nur die oberirdischen Logements des Gegners in die Luft zu sprengen. Traf man hierbei zufällig auf den feindlichen Mineur, so setzte es zuerst einen Kampf Mann gegen Mann ab, worauf man die feindlichen Gänge verschüttete. Zuweilen grub man auch dem feindlichen Mineur direkt entgegen, jedoch nur darum, um sich des Pulvers in der Minenkammer zu bemächtigen. Das in Ostende gegebene Beispiel fand nur selten Nachahmung.

Ob Rimpler schon daran hat denken können, mit ordentlichen Contregalerien vorbereitend die Escarpen der mit dem Bresch-

minen-Angriff bedrohten drei Angriffswerke des Hauptwalles auszustatten, ist zu bezweifeln; er wird dazu nicht Zeit und auch das Personal noch nicht gehabt haben.

Die „Contra-Mine", von der die Chronik spricht, wird also eine jener kurzen, schleppschachtartigen Röhren gewesen sein, die vielleicht von der Contrescarpe oder vom gedeckten Wege aus unter das feindliche Logement vorgetrieben wurden.

Der Chronist hat das nicht verstanden oder absichtlich nicht beschrieben. Der naive Leser denkt sich nun die Contra-Mine tief im Schooß der Erde, und dort im Scheine des trüben Grubenlichtes stößt der einsame Minirer..... doch, der Chronist mag selbst erzählen.

„Sehr nachdeutlich ist es", schreibt der Chronist, „daß der berühmte Ingenieur Rumpler, der auch damahlen sein Leben gelassen, als er in einer contra Mine beschäfftiget gewesen, tief in der Erden ein altes Gemäuer und darinnen ein Zinnern Sark angetroffen, welchen er vor einen Todten-Sark angesehen, als er ihn aber geöffnet, war er angefüllet mit altem Gelde, Gold, Silber und Edelgesteinen, darinnen auch auf einer Zinnern Taffel mit uralten Buchstaben diese Worte zu lesen:

Gaudebis
Si in veneris, videbis, tacebis,
Sed
(Universus equus) (Turris erecta et armata)
(Diversa ordinata arma)
Subscriptio.
Roland. Hann. Mog. posuit."

Rimpler war also auch ein Schatzgräber und zwar ein glücklicher Schatzgräber. Allem Anschein nach aber war die ganze Sache, wenn sie überhaupt wahr ist, von Starhemberg oder vielleicht auch von Capliers, Liebenberg oder dem an originellen Ideen reichen Bischof Kollonits erdacht und veranstaltet worden, um den Muth der auf Vorbedeutungen und Anzeichen bauenden Kriegsleute und Bürger neu zu beleben. Dies ist um so wahrscheinlicher, als man von einem zur selben Zeit in Neapel gemachten Funde erzählte. Man hätte dort, so erzählte man, als man die Fundamente eines neuen Klosters ausheben wollte, eine unterirdische Kapelle und in deren Mitte einen fliegenden Doppeladler mit der Inschrift gefunden, nach welcher der Türke zu derselben Zeit, in

welcher man diese Kapelle auffinden würde, würde geschlagen werden. Wenn man nun in Wien auf eine ähnliche Vorhersagung traf, so mußte die Gewißheit derselben der Bevölkerung unbestreitbar erscheinen. Und mindestens dienten die in den Sarg gelegten Münzen (deren Gesammtwerth vermuthlich ein mäßiger war und die jedenfalls eine gute Prise der Mineure und der nächstbefindlichen Soldaten wurden) dazu, den Eifer der Mineure und die Lust am Minengraben zu erhöhen, da es ja möglich war, daß man bei fortgesetzter Arbeit auf weitere und noch reichere Funde stieß.

Ungefähr um dieselbe Zeit, als der gedeckte Weg vollständig in die Gewalt der Türken gerieth, gelangten die Letzteren „durch die Erde in den Stadtgraben." (Also eine regelrechte gedeckte Descente.) Ihre Angriffe auf die Verbauungen im Graben wurden abgeschlagen, dagegen glückte es ihnen, den Mineur an der Spitze des Burgravelins anzusetzen. Es findet sich kein Anzeichen dafür, daß die Vertheidiger dieses Beginnen anders als durch ihr Feuer und die blanke Waffe zu verhindern suchten. Die türkischen Mineure gingen vor den Augen der Vertheidiger über die Grabensohle und begannen am Fuß der Escarpe ihr zerstörendes Werk, und schon am 12. August zerstörte eine gewaltige Mine die Spitze des Ravelins.

Diese Sorglosigkeit fand übrigens einige Wochen später ein Gegenstück in der Untergrabung der Löbl-Bastei. Der auf diesem Werke die Wache habende Lieutenant, welcher es ruhig zugelassen hatte, daß sich die Türken hart an dem Fuß der Mauer eingegraben hatten, erhielt von Starhemberg die Wahl zwischen dem Galgen oder der Zerstörung der feindlichen Arbeiten durch einen mit nur 24 Mann unternommenen Ausfall. Der Unglückliche wählte natürlich das Letztere und büßte seine Sorglosigkeit mit seinem und seiner Gefährten Tode.

Die Zerstörung der Spitze des Ravelins führte noch nicht den Verlust dieses Werkes herbei. Im Gegentheil entspann sich um dasselbe ein fast beispielloser Kampf. Mit Recht sagt daher M. J. Schmidt in seiner Geschichte der Deutschen (1797), nachdem er den langen Widerstand, welchen das Ravelin geleistet, geschildert: „Mehr Kunst mag wohl in neueren Belagerungen sein verwendet worden, aber gewiß nie so viel hartnäckige Tapferkeit, als diesmal die Kaiserlichen gezeigt hatten." Der Ruhm der

Letzteren wird durch dieses zutreffende Urtheil gewiß nicht vermindert, sondern vielmehr erhöht. Minenerfolge hat Rimpler nicht mehr erlebt; in der späteren Periode der Belagerung hatte der Vertheidiger deren einige zu verzeichnen.

So wurden mehrere Gegenminen mit beträchtlichem Erfolge gesprengt, die Arbeiten der Türken wiederholt zerstört und unterbrochen, und endlich wurde die bereits eingeführte Ladung einer gewaltigen Mine unter der Burg-Bastei aufgefunden und fortgeräumt. Das Auffliegen dieser Mine, die zugleich mit zwei Minen unter der Löbl-Bastei gezündet werden sollte, würde wahrscheinlich den Fall der Stadt nach sich gezogen haben. Es wäre unbillig, wenn man das Verdienst hierfür dem Ingenieur, welcher an Rimplers Stelle trat, beimessen wollte. Im Gegentheil mochte erst jetzt die Tüchtigkeit der Ingenieure, welche er geschult hatte, zu Tage treten. Ebenso dürften die Pallisadirungen, Traversen, Caponnieren, Galerien und wie man alle seit- und rückwärts des Ravelins im Graben angebrachten Abschnitte nannte, noch von Rimpler entworfen und begonnen worden sein. Seine Nachfolger arbeiteten, als die Burg- und besonders die Löbl-Bastei in Bresche gelegt waren, in gleicher Weise und mit demselben Eifer weiter. Rimpler ist allerdings nur bis zum 25. Juli persönlich auf dem Posten gewesen, aber es wäre zu weit gegangen, wenn man seine gesammte Thätigkeit mit dem 25. Juli, als dem Tage seiner Verwundung, für beendet betrachten wollte. Rimpler erhielt bei Beginn der Belagerung den Ingenieur Elias Kühn, einen Schlesier, zur Mithilfe zugewiesen. Bei Rimplers Eifer und Hingebung darf es als gewiß angenommen werden, daß er auch nach erlittener Verwundung dem ihn um Rath fragenden Kühn nicht nur jede Auskunft ertheilte, sondern sich auch von diesem seinem Adlatus genauen Bericht erstatten ließ und ihm mehr oder minder detaillirte Anweisungen über die zunächst auszuführenden Arbeiten — für welche auch die Pläne schon fertig sein mochten — ertheilte. Es können also vielleicht die bis zum 1. August ausgeführten Arbeiten mit vollem Rechte als von Rimpler ausgeführt bezeichnet werden. (Gerade bei so schweren Verwundungen kommt es häufig vor, daß der Kranke nicht nur die feste Hoffnung auf seine Wiederherstellung, sondern auch die volle Geistesfrische bis kurz vor dem Eintritt des Todes beibehält.)

Andererseits aber mußte Kühn durch den Verkehr mit seinem Chef dessen Intentionen hinlänglich kennen gelernt haben, so daß er nach dessen Tode ganz in der begonnenen Weise und Rimplers Ideen entsprechend fortfahren konnte, wobei ihm die von dem letzteren hinterlassenen Pläne und Aufzeichnungen zu statten kommen mochten.

Wenn daher auch Starhemberg und seine Offiziere über den Tod Rimplers von „tiefer Trauer erfüllt wurden", so mochte man sich doch mit dem Gedanken trösten, daß Rimpler einen tüchtigen Nachfolger hinterlassen hatte (von Anguissola und Suttinger gar nicht zu reden, deren Verdienste nach der Belagerung durch Beförderung zu Hauptleuten anerkannt worden sind). Konnte ein Theil der später ausgeführten Arbeiten dem Verdienste Rimplers, weil nach dessen Anordnungen und Plänen vollendet, zugemessen werden, so wäre es bei dem Vertrauen, welches man in Rimpler gesetzt hatte, unklug gewesen, der Besatzung und Bevölkerung darin zu widersprechen. Ja Kühn selbst mochte anfänglich eines besseren Erfolges sicher sein, wenn er auch bei der Ausführung seiner eigenen Ideen sich das Ansehen gab, nur nach den Ideen Rimplers zu arbeiten. So wurde denn Rimplers Name auch in der späteren Periode vielfach genannt, und es mag mancher Berichterstatter im guten Glauben an die fortgesetzte persönliche Thätigkeit Rimplers auch dessen Todestag später angesetzt haben. Daß Andere diesen Tag noch früher ansetzen, ist theils durch die Ungenauigkeit der Berichte an sich, theils dadurch zu erklären, daß man den Tag seiner Verwundung für seinen Todestag annahm. Hierzu mag es wesentlich beigetragen haben, daß am 25. Juli ein Oberstlieutenant Walter vom Regimente Württemberg fiel. Eine Verwechselung war da leicht möglich.

Im Uebrigen stimmen die Angaben des Werkes „Das Kriegsjahr 1683" mit den Berichten der in diesem Aufsatze benutzten Quellen überein. Die Abschnitte auf der Burg- und Löbl-Bastei werden da als das Werk des Ingenieurs Kühn angegeben. Auch jene Chronisten, welche das Wirken Rimplers noch bis zum halben August dauern lassen, bemerken, daß er vor dem Angriffe auf den Hauptwall, ja vor dem Verlassen des Burgravelins den Tod gefunden habe, und daß die weiteren Arbeiten, namentlich

die Abschnitte des Hauptwalles, von Kühn und anderen Ingenieuren ausgeführt worden sind.*)

Es ist ferner wahrscheinlich, daß Rimpler verschiedene gegen die Türken angewendete Vertheidigungsmittel empfohlen und eingeführt hat. So z. B. die „an lange Stangen gehefteten Sensen", gegen welche die Türken als eine gegen alle Kriegsmanier verstoßende Waffe protestirten! Dann die „leimernen gebrannten Kugeln, die an den türkischen Leibern zerschmetterten, und wann sie die ungewöhnlichen Wunden kuriren wollten, mußten sie das Fleisch bis auf die Knochen wegschneiden." Es waren diese Kugeln vermuthlich der „gebackene Hagel", dessen die Artilleristen des sechzehnten Jahrhunderts erwähnen und welchen Rimpler während seines Aufenthalts in den Ostseeländern kennen gelernt haben mochte.

Es war Rimpler nur kurze Zeit vergönnt, für die Vertheidigung von Wien seine körperliche Existenz einzusetzen; er hat sie früh zum Opfer bringen müssen. Aber in der Vorbereitung und dadurch über sein persönliches Zugegensein hinaus hat er an dem glücklichen Erfolge den rühmlichsten Antheil.

Er war ein tapferer und pflichttreuer Soldat und ein verwendbarer und findiger Ingenieur-Offizier, und darum möge seinem Andenken überhaupt und speciell jetzt in Wien alle Achtung gezollt werden.

Bezüglich seiner Schriften aber kann man mit dem besten Willen Rimpler kein solches Verdienst zusprechen. Sie sind eben nur ihrer Curiosität wegen „interessant". Uebrigens wollte Starhemberg, oder welcher General sonst den Oberstlieutenant Rimpler nach Wien beorderte, ganz sicher nicht den berühmten, reformirenden, fortifikatorischen Schriftsteller, sondern den geübten Ingenieur-Offizier haben, abgesehen davon, daß es hier keine neue

*) Unter diesen „anderen" war Suttinger. Was er über diese Thätigkeit geschrieben hat (in seiner Streitschrift Rimpler contra Wertmüller; 1687), ist interessant genug, um es wörtlich beizufügen:

„Ich setze allhier allen eitlen Ruhm auf die Seite, allein ich bin selbst Anno 1683 in der Wienerischen Belagerung von Anfang bis zum Ende mit Verfertigung derer Abschnitte so wohl Tag als Nacht beschäftigt gewesen, habe aber mit Grund der Wahrheit befunden, daß die ganz neuen Werke denen alten auf keinerlei Weise zu vergleichen, viel weniger vorzuziehen sein." Anmerk. d. Red.

Festung zu erbauen gab, sondern daß es sich um die Vertheidigung einer vor 130 Jahren erbauten Festung handelte!

Was über die sonstigen Leistungen und Verdienste Rimplers in dem Werke „Das Kriegsjahr 1683" gesagt wird, mag, wenn man die Veranlassung des Werkes berücksichtigt, keiner schärferen Kritik unterzogen werden. (Uebrigens stehen diese Worte nur auf dem bescheidenen, den Anmerkungen gewidmeten Platze.) Es heißt da wörtlich:

„Sein Verlust war für die Vertheidiger von Wien äußerst empfindlich, da er zu den fähigsten und tüchtigsten Kriegsbaumeistern seiner Zeit gehörte, der sogar mit dem großen Ingenieur Vauban in die Schranken trat.

Eine neue Befestigungsmanier (Verbindung des tenaillirten mit dem bastionirten Umrisse), welche Rimpler ersann, führt noch heute dessen Namen.

Er war in seinem Fache auch schriftstellerisch thätig, und es erschienen seine sämmtlichen Werke bei Andreas Herlin in Dresden und Leipzig im Jahre 1724."

Wenn wir mit Bereitwilligkeit die Tages- und sonstigen Daten des „Das Kriegsjahr 1683", weil auf bisher unbenutzten officiellen Acten basirend, als richtig anerkennen, so wollen wir dagegen die zwei ersten angeführten Sätze mit Stillschweigen übergehen.

A. Dittrich,
k. k. Landwehrhauptmann.

Nachtrag.

Der Unterzeichnete fügt diejenigen biographischen Angaben über Rimpler bei, die er bei Gelegenheit einschlägiger Studien aus sehr verschiedenen Quellen — theils als sicher, theils als sehr wahrscheinlich richtig — erforscht hat. Es sind nur wenige Daten, aber deren doch viel mehr, als bisher an irgend einem Orte zusammengebracht worden. Der gegenwärtige Stadtrath in Rimplers Vaterstadt hat schätzbare Beisteuer geliefert.

Es werden hier kurzgefaßt nur die sicher oder nach Wahrscheinlichkeit datirten Thatsachen gegeben; die nähere Ausführung und Begründung soll in einem besonderen Artikel über „Rimpler als Schriftsteller und Manieren-Erfinder" folgen.

Geburtsort: Leisnig an der Freiberger Mulde, unweit

Leipzig; alte Stadt von 5000 Einwohnern, die Handwerk und Feld-
bau trieben.

Die Rimpler (ältere Schreibweise Rompler, später Rumple
und Rümpler) eine während des 16., 17. und 18. Jahrhunderts i
Leisnig seßhafte, weitverzweigte, angesehene Bürgerfamilie.

Georg Rimpler, Sohn eines sehr begüterten Fleisch-
hauers gleichen Vornamens, der zur Zeit schon bejahrt war.

Geburtsjahr unseres Rimpler: 1636.

Früh verwaist, jedenfalls vor dem 8. Lebensjahre. Wahrschein-
lich in Haus und Familie eines nahen Verwandten aufgenomm
der Weißgerber war. In dasselbe Handwerk eingetreten.
ausgelernter Gesell auf die Wanderschaft gegangen. Längs
Ostseeküste bis Livland gelangt und in Riga bei den Schwede
Soldat geworden. Wahrscheinlich mit der Absicht, dem Krieg
handwerk treu zu bleiben und als junger Mann, dem es an
erbten Geldmitteln nicht fehlte, sich emporzubringen.

Zeugniß ernster Studien: der gut verbürgte Aufenthalt Rimp
in Nürnberg als Schüler des Mathematikers und Malers Ge
Zeit unbestimmt; jedenfalls zwischen 1661 und 1669.

Die Belagerungen, denen Rimpler beigewohnt, vorste
im Text und Anmerkung (Seite 387 bis 390) erörtert.

Nach Kandia im Gefolge des schwedischen Grafen Kön
marck gelangt — unbekannt in welchem Rang und Stand.

26. Juni 1669 Lieutenant bei einer der 24 Kompa
die von den Herzögen von Braunschweig und Lüneburg der
publik Venedig zu Hilfe gesandt waren.

Einstellung der Feindseligkeiten bei Kandia am 5. Sept
1669; 14 Tage später Einschiffen des niedersächsischen Hilf
zur Rückkehr in die Heimath, demzufolge auch Rimpler
nach Braunschweig gelangte.

Zwischen 1671 und 1674 Erscheinen der beiden Rimpl
Schriften; ergänzt 1678 durch eine Streitschrift wider
Kritiker seines Hauptwerkes.

Die übrigen Lebensumstände vorstehend im Text.

Rimpler muß bei seinem Tode in guter Vermögensl
wesen sein, denn seinen nächsten Anverwandten in Leisnig —
denen ein Weißgerber Georg Rimpler (vielleicht Sohn
Pflegevaters) genannt wird — sind Erbtheile von Wi
gehändigt worden. G. Schr

XIII.

Neue balliſtiſche Rechnenformeln

von

Denecke,

Sekondelieutenant im Badiſchen Fuß-Artillerie-Bataillon Nr. 14.

(Schluß.)

---

§ 10.

Convergenz der Reihenentwickelung nach $z = y' - \operatorname{tag} \tau_1$.

Wie ſchon im § 2 nachgewieſen wurde, lauten die Bedingungen der Convergenz für die Reihenentwickelung nach z, wenn man den Urſprung der Coordinaten aus dem Scheitel der Bahn in einen Punkt verlegt, für welchen $y' = \operatorname{tag} \tau_1$ iſt:

$$1.\quad \operatorname{tag} \tau_1^{\,2} > 1/2\,(y'^2 - 1)$$

$$2.\quad -\frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_1^{\,n} \cdot \cos \tau_1^{\,n}} < \frac{1}{\cos \tau_1^{\,n-1}}$$

$$\cdot \int_0^z \left[1 + z \cdot \sin 2\tau_1 + z^2 \cdot \cos \tau_1^{\,2}\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dz < +\frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_1^{\,n} \cdot \cos \tau_1^{\,n}}$$

Die erſte dieſer Bedingungen giebt die Beziehung an, welche zwiſchen $\operatorname{tag} \tau_1$ und y' ſtattfinden muß, wenn y' abſolut genommen größer als 1 wird; die zweite liefert, wie man ſogleich ſehen wird, die Relation, welche zwiſchen den Größen $\operatorname{tag} \tau_1$, y' und η' beſtehen muß, wenn y' abſolut genommen gleich oder größer als η' wird.

Zunächſt iſt zu konſtatiren, daß der Fall, wo y' abſolut genommen gleich oder größer als η' wird, nur für den abſteigenden Aſt einen Sinn haben kann; denn in dem aufſteigenden Aſte wird in dem Punkte $y' = -\eta'$ die Geſchwindigkeit unendlich und findet demnach die mathematiſche Betrachtung der Bahn an dieſer Stelle

überhaupt eine Grenze. In dem absteigenden Aste erleidet die Stetigkeit des Bewegungsvorgangs an keiner Stelle eine derartige Unterbrechung, vielmehr bleibt für alle positiven Werthe von y' die Geschwindigkeit endlich und nähert sich, je mehr y' zunimmt, desto mehr ihrem sogenannten finalen Werthe $v = \sqrt[n]{\frac{g}{b_n}}$, welchen sie im Grenzfalle $y' = +\infty$ erreicht. Da nun y' im absteigenden Aste alle Werthe zwischen 0 und $+\infty$ durchläuft, so muß es an irgend einer Stelle einmal gleich und jenseits derselben größer als η' werden, insofern η' wenigstens endlich ist. Daß übrigens η' bei allen sogenannten schiefen Würfen einen endlichen Werth haben muß, geht schon daraus hervor, daß unter diesen Umständen v_0 stets einen endlichen und von Null verschiedenen Werth besitzt, daß also die Gleichung

$$\int_0^{\eta'} \left[1 + y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} . dy' = -\frac{g}{n . b_n . v_0^n}$$

auch nur durch einen endlichen Werth von η' befriedigt werden kann.

Je größer die Anfangsgeschwindigkeit wird, desto weniger wird offenbar η' von tag α verschieden sein, und kann es daher sehr wohl kommen, daß, wenn bei großen Anfangsgeschwindigkeiten die Elevationen einen gewissen Werth überschreiten, die Tangenten der Fallwinkel absolut genommen größer als η' werden.

Dann aber divergiren nach dem § 2 die Reihen nach aufsteigenden Potenzen der Tangente des Fallwinkels, welche die Elemente des Endpunktes der Bahn darstellen, und ist es deshalb von größter Wichtigkeit, zu sehen, ob nicht durch Verlegung des Ursprungs in den absteigenden Ast die Convergenzgrenze erweitert werden kann.

Verlegt man den Ursprung der Coordinaten in einen Punkt des absteigenden Astes, für welchen $y' = +\operatorname{tag} \tau_2$ ist, so lautet die Bedingung 2:

$$\frac{1}{\cos \tau_2^{n-1}} \cdot \int_0^z \left[1 + z . \sin 2\tau_2 + z^2 . \cos \tau_2^2\right]^{\frac{n-1}{2}} . dz$$

$$< \frac{g}{n . b_n . v_2^n . \cos \tau_2^n}.$$

Führt man y' wieder als Variable ein und beachtet, daß

$$\frac{1}{v_2^n \cdot \cos \tau_2^n} = \frac{1}{v_0^n} + \frac{n \cdot b_n}{g} \cdot \int_0^{\operatorname{tag} \tau_2} \left[1 + y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

ist, so wird:

$$\int_{\operatorname{tag} \tau_1}^{y'} \left[1 + y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' < \frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_0^n} + \int_0^{\operatorname{tag} \tau_2} \left[1 + y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

oder:

$$\int_0^{y'} \left[1 + y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' < \frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_0^n} + 2 \cdot \int_0^{\operatorname{tag} \tau_2} \left[1 + y'^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'.$$

Beachtet man ferner, daß

$$\int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' = \int_{\eta'}^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' + \frac{g}{n \cdot b_n \cdot v_0^n}$$

ist, so erhält man schließlich die Bedingung:

$$2a. \int_0^{\operatorname{tag} \tau_2} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' > 1/2 \int_{\eta'}^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

welche immer erfüllt werden kann, so lange y' endlich bleibt, weil beide Integrale stetig wachsende Funktionen ihrer oberen Grenzen sind.

Läßt man y' hinreichend zunehmen, so muß $\operatorname{tag} \tau_2$ einmal gleich und demnächst größer als η' werden, woraus folgt, daß man dann eine mehrmalige Verlegung des Ursprungs vornehmen muß. Faßt man die Resultate aller dieser Untersuchungen zusammen, so erhellt, daß sich die Elemente aller Punkte der Bahn, welche zwischen den Grenzen $y' = -\eta'$ und $y' = +\infty$ liegen, durch convergente Reihen nach aufsteigenden Potenzen der Tangente des Tangentialwinkels selbst, resp. nach aufsteigenden Potenzen des Unterschieds der Tangenten zweier Tangentialwinkel darstellen lassen.

Für das praktische Rechnen ist natürlich, außer der Convergenz überhaupt, der Grad derselben von großer Bedeutung. Nun lassen

ſich zwar die Elemente des Anfangspunktes der Bahn bei Elevationen unter 45 Grad ſtets durch convergente Reihen nach aufſteigenden Potenzen von tag α darſtellen, allein, wenn bei großen Anfangsgeſchwindigkeiten (über ca. 400 m) die Abgangswinkel größer als etwa 20 Grad werden, convergiren die genannten Reihen ſo ſchwach, daß dieſelben zum praktiſchen Gebrauche ſich wenig eignen. Der Grund dieſer Erſcheinung iſt offenbar darin zu ſuchen, daß in den angezogenen Fällen der Werth von tag α ſehr nahe an η' liegt und zugleich nicht weit genug von der Einheit verſchieden iſt, um trotzdem die Convergenz günſtig beeinfluſſen zu können.

Daß man unter dieſen Umſtänden durch Verlegung des Urſprungs aus dem Scheitel in den aufſteigenden Aſt für die Elemente der Geſchützmündung weit raſcher convergirende Reihen erhält, bedarf wohl keiner weitern Erörterung.

§ 11.

Reiheneutwickelung nach z im quadratiſchen, cubiſchen und biquadratiſchen Luftwiderſtandsgeſetz.

Man geht aus von der Gleichung:

$$\nu = (z')^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{{v_1}^n \cdot \cos \tau_1{}^n}$$

$$+ \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n . b_n}{g} \cdot \int_0^{z'} \left(1 + z . \sin 2\tau_1 + z^2 . \cos \tau_1{}^2\right)^{\frac{n-1}{2}} . dz$$

mithin wird:

$$\frac{d\nu}{dz} = \nu' = \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n . b_n}{g} \cdot \left[1 + z . \sin 2\tau_1 + z^2 . \cos \tau_1{}^2\right]^{\frac{n-1}{2}}$$

Setzt man der Kürze halber:

$$\nu' = \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n . b_n}{g} \cdot \omega^{\frac{n-1}{2}}$$

ſo wird:

$$\nu'' = \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n . b_n}{g} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \cdot 1 ! \, \omega^{\frac{n-3}{2}} \cdot \omega'$$

u. ſ. w.

und erhellt, daß man zur Bildung der Differentialquotienten von ν nach z die dem § 2 beigegebene Tabelle benutzen kann, wenn man in derselben für ν schreibt ω und $p = \frac{n-1}{2}$ setzt. Da

$$\omega = 1 + z \,.\, \sin 2\tau_1 + z^2 \,.\, \cos \tau_1{}^2$$

ist, so wird:

$$\omega' = \sin 2\tau_1 + 2 \,.\, z \,.\, \cos \tau_1{}^2$$
$$\omega'' = 2 \,.\, \cos \tau_1{}^2$$
$$\omega''' = 0$$

und für $z = 0$:

$$\omega_0 = 1$$
$$\omega_0' = \sin 2\tau_1$$
$$\omega_0'' = 2 \,.\, \cos \tau_1{}^2$$

Auf die angegebene Weise gelangt man zu den Werthen:

$$\nu_0 = \frac{1}{v_1{}^n \,.\, \cos \tau_1{}^n}$$

$$\nu_0' = \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n \,.\, b_n}{g}$$

$$\nu_0'' = \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n \,.\, b_n}{g} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \,.\, 1 \,!\, \sin 2\tau_1$$

$$\nu_0''' = \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n \,.\, b_n}{g} \cdot \left[\binom{\frac{n-1}{2}}{2} \,.\, 2 \,!\, \sin 2\tau_1{}^2 + 1 \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \,.\, 1 \,!\, 2 \,.\, \cos \tau_1{}^2 \right]$$

$$\nu_0^{(4)} = \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n \,.\, b_n}{g} \cdot \left[\binom{\frac{n-1}{2}}{3} \,.\, 3 \,!\, \sin 2\tau_1{}^3 + 3 \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \,.\, 2 \,!\, 2 \,.\, \cos \tau_1{}^2 \,.\, \sin 2\tau_1 \right]$$

$$\nu_0^{(5)} = \frac{1}{\cos \tau_1{}^{n-1}} \cdot \frac{n \,.\, b_n}{g} \cdot \left[\binom{\frac{n-1}{2}}{4} \,.\, 4 \,!\, \sin 2\tau_1{}^4 + 6 \,.\, \binom{\frac{n-1}{2}}{3} \,.\, 3 \,!\, 2 \,.\, \cos \tau_1{}^2 \,.\, \sin 2\tau_1{}^2 + 1 \,.\, 3 \,.\, \binom{n-2}{2} \,.\, 2 \,!\, 4 \,.\, \cos \tau_1{}^4 \right]$$

u. s. w.

Substituirt man die Werthe von ν_0 und deſſen Ableitungen in die Tabelle und ſetzt $p = -\frac{2}{n}$, ſo erhält man $g \cdot x'_0$ und deſſen Differentialquotienten und kann hierauf x und y als Reihen nach aufſteigenden Potenzen von z darſtellen. Setzt man der Kürze wegen $\frac{g \cdot \cos \tau_1^{n-1}}{n\, b_n \cdot v_1^n \cdot \cos \tau_1^n} = f'_n$ und $\frac{1}{f'_n} \cdot z = z_n$ und entſprechen dem Elemente $z_n = 0$ die Elemente $x = x_1'$ und $y = h_1'$, ſo wird im quadratiſchen Geſetze:

$$\text{I. } x - x_1' = \frac{v_1^2 \cdot \cos \tau_1^2}{g} \cdot \Big[f_2' \cdot \ln(1+z_2) - \sin 2\tau_1 \cdot f_2'^2 \cdot \Big(\frac{1}{12} z_2^3 - \frac{1}{8} z_2^4 + \frac{3}{20} z_2^5 - \frac{1}{6} z_2^6 + \frac{5}{28} z_2^7 - \frac{3}{16} z_2^8 + \frac{7}{36} z_2^9 - \frac{1}{5} z_2^{10} \Big) - \cos \tau_1^4 \cdot f_2'^3 \cdot \Big(\frac{1}{24} z_2^4 - \frac{1}{15} z_2^5 + \frac{1}{12} z_2^6 - \frac{2}{21} z_2^7 + \frac{5}{48} z_2^8 - \frac{1}{9} z_2^9 + \frac{7}{60} z_2^{10} \Big) + \sin \tau_1 \cdot \cos \tau_1^5 \cdot f_2'^4 \cdot \Big(\frac{1}{40} z_2^5 - \frac{1}{24} z_2^6 + \frac{3}{56} z_2^7 - \frac{1}{16} z_2^8 + \frac{5}{72} z_2^9 - \frac{3}{40} z_2^{10} \Big) + \sin 2\tau_1^2 \cdot f_2'^4 \cdot \Big(\frac{1}{80} z_2^5 - \frac{1}{32} z_2^6 + \frac{3}{56} z_2^7 - \frac{5}{64} z_2^8 + \frac{5}{48} z_2^9 - \frac{21}{160} z_2^{10} \Big) \Big]$$

$$\text{II. } y - h_1' = \frac{v_1^2 \cdot \cos \tau_1^2}{g} \cdot \Big[f_2'^2 \cdot \Big(z_2 - \ln(1+z_2) \Big) - \sin 2\tau_1 \cdot f_2'^3 \cdot \Big(\frac{1}{16} z_2^4 - \frac{1}{10} z_2^5 + \frac{1}{8} z_2^6 - \frac{1}{7} z_2^7 + \frac{5}{32} z_2^8 - \frac{1}{6} z_2^9 + \frac{7}{40} z_2^{10} - \frac{2}{11} z_2^{11} \Big) - \cos \tau_1^4 \cdot f_2'^4 \cdot \Big(\frac{1}{30} z_2^5 - \frac{1}{18} z_2^6 + \frac{1}{14} z_2^7 - \frac{1}{12} z_2^8 + \frac{5}{54} z_2^9 - \frac{1}{10} z_2^{10} + \frac{7}{66} z_2^{11} \Big) + \sin \tau_1 \cdot \cos \tau_1^5 \cdot f_2'^5 \cdot \Big(\frac{1}{48} z_2^6 - \frac{1}{28} z_2^7 + \frac{3}{64} z_2^8 - \frac{1}{18} z_2^9 + \frac{1}{16} z_2^{10} - \frac{3}{44} z_2^{11} \Big) + \sin 2\tau_1^2 \cdot f_2'^5 \cdot \Big(\frac{1}{96} z_2^6 - \frac{3}{112} z_2^7 + \frac{3}{64} z_2^8 - \frac{5}{72} z_2^9 + \frac{3}{32} z_2^{10} - \frac{21}{176} z_2^{11} \Big) \Big] + \operatorname{tag} \tau_1 \cdot (x - x_1')$$

im cubiſchen Geſetze:

$$\text{I.}\quad x - x_1' = \frac{v_1^2 \cdot \cos \tau_1^2}{g} \cdot \Big[3 \cdot f_3' \cdot \Big([1 + z_3]^{1/3} - 1 \Big) - \sin 2\tau_1 \cdot f_3'^2 \cdot \Big(\frac{1}{9} z_3^4 - \frac{5}{36} z_3^5 + \frac{4}{27} z_3^6 - \frac{110}{729} z_3^7 + \frac{110}{729} z_3^8 - \frac{1309}{8748} z_3^9 + \frac{26\,180}{177\,147} z_3^{10} - \frac{8602}{59\,049} z_3^{11} \Big) - \cos \tau_1^2 \cdot f_3'^3 \cdot \Big(\frac{1}{18} z_3^4 - \frac{2}{27} z_3^5 + \frac{20}{243} z_3^6 - \frac{440}{5103} z_3^7 + \frac{385}{4374} z_3^8 - \frac{5236}{59\,049} z_3^9 + \frac{5236}{59\,049} z_3^{10} \Big) + \sin 2\tau_1^2 \cdot f_3'^4 \cdot \Big(\frac{1}{36} z_3^5 - \frac{5}{81} z_3^6 + \frac{20}{189} z_3^7 - \frac{275}{1944} z_3^8 + \frac{385}{2187} z_3^9 - \frac{9163}{43\,740} z_3^{10} \Big) \Big]$$

$$\text{II.}\quad y - h_1' = \frac{v_1^2 \cdot \cos \tau_1^2}{g} \cdot \Big[\frac{3}{4} \cdot f_3'^2 \Big([1 + z_3]^{4/3} - 4 \cdot [1 + z_3]^{1/3} + 3 \Big) - \sin 2\tau_1 \cdot f_3'^3 \cdot \Big(\frac{1}{12} z_3^4 - \frac{1}{9} z_3^5 + \frac{10}{81} z_3^6 - \frac{220}{1701} z_3^7 + \frac{385}{2916} z_3^8 - \frac{2618}{19\,683} z_3^9 + \frac{2618}{19\,683} z_3^{10} - \frac{86\,020}{649\,539} z_3^{11} \Big) - \cos \tau_1^2 \cdot f_3'^4 \cdot \Big(\frac{2}{45} z_3^5 - \frac{5}{81} z_3^6 + \frac{120}{1701} z_3^7 - \frac{55}{729} z_3^8 + \frac{1540}{19\,683} z_3^9 - \frac{2618}{32\,805} z_3^{10} + \frac{4760}{59\,049} z_3^{11} \Big) + \sin 2\tau_1^2 \cdot f_3'^5 \cdot \Big(\frac{5}{216} z_3^6 - \frac{10}{189} z_3^7 + \frac{5}{54} z_3^8 - \frac{275}{2187} z_3^9 + \frac{77}{486} z_3^{10} - \frac{833}{4374} z_3^{11} \Big) \Big] + \operatorname{tag} \tau_1 \cdot (x - x_1')$$

im biquadratiſchen Geſetze:

$$\text{I.}\quad x - x_1' = \frac{v_1^2 \cdot \cos r_1^2}{g} \cdot \Big[2 \cdot f_4' \cdot \Big([1+z_4]^{1/2} - 1 \Big) - \sin 2r_1 \cdot f_4'^2 \cdot \Big(\frac{1}{8} z_4^3 - \frac{9}{64} z_4^4 + \frac{9}{64} z_4^5 - \frac{35}{256} z_4^6 + \frac{135}{1024} z_4^7 - \frac{2079}{16384} z_4^8 + \frac{1001}{8192} z_4^9 - \frac{3861}{32768} z_4^{10} \Big) - (1 - \sin r_1^4) \cdot f_4'^3 \cdot \Big(\frac{1}{16} z_4^4 - \frac{3}{40} z_4^5 + \frac{5}{64} z_4^6 - \frac{5}{64} z_4^7 + \frac{315}{4096} z_4^8 - \frac{77}{1024} z_4^9 + \frac{3003}{40960} z_4^{10} \Big) - \sin r_1 \cdot \cos r_1^3 (3 - \sin r_1^2) \cdot f_4'^4 \cdot \Big(\frac{1}{80} z_4^5 - \frac{1}{64} z_4^6 + \frac{15}{896} z_4^7 - \frac{35}{2048} z_4^8 + \frac{35}{2048} z_4^9 - \frac{693}{40960} z_4^{10} \Big) + \sin 2r_1^2 \cdot f_4'^4 \cdot \Big(\frac{27}{640} z_4^5 - \frac{45}{512} z_4^6 + \frac{135}{1024} z_4^7 - \frac{2835}{16384} z_4^8 + \frac{3465}{16384} z_4^9 - \frac{81081}{327680} z_4^{10} \Big) \Big]$$

$$\text{II.}\quad y - h_1' = \frac{v_1^2 \cdot \cos r_1^2}{g} \cdot \Big[\frac{2}{3} \cdot f_4'^2 \cdot \Big(\Big[1+z_4 \Big]^{3/2} - 3 \Big[1+z_4 \Big]^{1/2} + 2 \Big) - \sin 2r_1 \cdot f_4'^3 \cdot \Big(\frac{3}{32} \cdot z_4^4 - \frac{9}{80} z_4^5 + \frac{15}{128} z_4^6 - \frac{15}{128} z_4^7 + \frac{945}{8192} z_4^8 - \frac{231}{2048} z_4^9 + \frac{9009}{81920} z_4^{10} - \frac{3510}{32768} z_4^{11} \Big) - \Big(1 - \sin r_1^4\Big) \cdot f_4'^4 \Big(\frac{1}{20} \cdot z_4^5 - \frac{1}{16} z_4^6 + \frac{15}{224} z_4^7 - \frac{35}{512} z_4^8 + \frac{35}{512} z_4^9 - \frac{683}{10240} z_4^{10} + \frac{273}{4096} z_4^{11} \Big) - \sin r_1 \cdot \cos r_1^3 \cdot (3 - \sin r_1^2) \cdot f_4'^5 \cdot \Big(\frac{1}{96} z_4^6 - \frac{3}{224} z_4^7 + \frac{15}{1024} z_4^8 - \frac{35}{2304} z_4^9 + \frac{63}{4096} z_4^{10} - \frac{63}{4096} z_4^{11} \Big) + \sin 2r_1^2 \cdot f_4'^5 \cdot \Big(\frac{9}{256} z_4^6 - \frac{135}{1792} z_4^7 + \frac{945}{8192} z_4^8 - \frac{315}{2048} z_4^9 + \frac{6237}{32768} z_4^{10} - \frac{7371}{32768} z_4^{11} \Big) \Big] + \operatorname{tag} r_1 (x - x_1')$$

Durch passende Wahl von tag τ_1 wird man es immer erreichen können, daß diese Formeln so rasch convergiren, daß man zu höhern Potenzen von z und weitern Klammern, als hier angegeben sind, nicht aufzusteigen nöthig hat. Was den praktischen Gebrauch anbelangt, so genügt die Bemerkung, daß die einzige Schwierigkeit in der Ermittelung des Einfallwinkels besteht, wozu die Formeln II benutzt werden müssen. Diese Aufgabe läßt sich am besten durch Probiren lösen.

Viel bequemer würde sich freilich die Rechnung gestalten, wenn man hier, analog wie in den §§ 4, 5, 6, die Reihenentwickelung nach $(x - x_1')$ zu Hilfe nähme, weil diese sich auch in vorliegendem Falle durch bedeutend raschere Convergenz auszeichnet.

Indessen liegt der Aufführung der Reihenentwickelung nach z in dieser Arbeit lediglich die Absicht zu Grunde, ein Mittel zur Controle der demnächst aufzustellenden Rechnenformeln zu bieten und zwar in denjenigen Fällen, in welchen die Reihenentwickelungen nach y' oder x nicht mehr convergiren, und hierzu reichen obige Formeln vollkommen aus.

§ 12.

Formeln für das praktische Rechnen.

Wenn man bei der weitern Integration der Gleichung:

$$\left(1/g\, y''\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{{v_0}^n} + \frac{n \cdot b_n}{g} \cdot \left[y' + 1/3 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \cdot y'^3 + 1/5 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y'^5 + 1/7 \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{3} \cdot y'^7 + \ldots \right]$$

diejenigen Potenzen von y' vernachlässigt, welche höher als die erste sind, so gelangt man zu den „geschlossenen Formeln“:

$$\text{I. } x = \frac{n}{n-2} \cdot \frac{{v_0}^2}{g} \cdot f_n \cdot \left[\left(1 + \frac{1}{f_n} \cdot y' \right)^{\frac{n-2}{n}} - 1 \right]$$

$$\text{II. } y = \frac{n}{2n-2} \cdot \frac{{v_0}^2}{g} {f_n}^2 \cdot \left[\left(1 + \frac{1}{f_n} \cdot y' \right)^{\frac{2n-2}{n}} - \frac{2n-2}{n-2} \cdot \left(1 + \frac{1}{f_n} \cdot y' \right)^{\frac{n-2}{n}} + \frac{n}{n-2} \right]$$

$$\text{III. } t = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{v_0}{g} \cdot f_n \cdot \left[\left(1 + \frac{1}{f_n} \cdot y' \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

in welchen $f_n = \frac{g}{n \,.\, b_n \,.\, {v_0}^n}$ gesetzt ist.

Bemerkt muß werden, daß die Formeln I. und II. für den Fall $n=2$ sinnlos werden, wo sie die Form:

$$\text{Ia. } x = \frac{{v_0}^2}{g} \cdot f_2 \cdot \ln \left(1 + \frac{1}{f_2} \cdot y' \right)$$

$$\text{IIa. } y = \frac{{v_0}^2}{g} \cdot {f_2}^2 \cdot \left[\frac{1}{f_2} \cdot y' - \ln \left(1 + \frac{1}{f_2} \cdot y' \right) \right]$$

annehmen.

Diese geschlossenen Formeln sind keineswegs neu, wenn sie auch meines Wissens in so allgemeiner Form, wie hier, bisher nirgends bekannt gegeben wurden. Sie können aus nahe liegendem Grunde nur so lange genaue Resultate liefern, als y' sich nicht weit von der Null entfernt; mit wachsender Elevation nimmt ihre Genauigkeit immer mehr ab und zwar, je größer die Geschoßgeschwindigkeit ist, um so rascher.

Es liegt nun der Gedanke nahe, ob nicht durch Einführung von gewissen Constanten an Stelle der vernachlässigten höheren Potenzen von y' die Möglichkeit gegeben wird, die für rechnerische Zwecke bequeme geschlossene Form beizubehalten und dabei doch selbst bei gekrümmteren Bahnen genaue Rechnungsresultate zu erzielen. Um den genannten Zweck zu erreichen, wendet der Verfasser eine bekannte Methode an, welche oft mit Vortheil zur näherungsweisen Darstellung von Funktionen benutzt wird.

Wenn man

$$f(x) = a \,.\, \alpha + b \,.\, \beta + c \,.\, \gamma + d \,.\, \delta + \ldots$$

setzt, wo α, β, γ, δ ... gegebene Funktionen von x und a, b, c, d ... unbekannte numerische Coeffizienten sind, so lassen sich die letzteren für jedes bestimmte Intervall der Variablen x stets so bestimmen, daß das arithmetische Mittel der Quadrate aller Fehler, welche man durch obige Substitution macht, ein Minimum wird. Die Anwendung dieser Methode auf den vorliegenden Fall ist höchst einfach.

Zunächst erhellt, daß die Integrale

$$x = \frac{v_0^2}{g} \cdot \int_0^{y'} \left[1 + \frac{n \cdot b_n \cdot v_0^n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'\right]^{-\frac{2}{n}} \cdot dy'$$

$$y = \frac{v_0^2}{g} \cdot \int_0^{y'} \left[1 + \frac{n \cdot b_n \cdot v_0^n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'\right]^{-\frac{2}{n}} \cdot y' \cdot dy'$$

$$t = \frac{v_0}{g} \cdot \int_0^{y'} \left[1 + \frac{n \cdot b_n \cdot v_0^n}{g} \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'\right]^{-\frac{1}{n}} \cdot dy',$$

um deren annäherungsweise Darstellung es sich handelt, im Allgemeinen in geschlossener Form sich nur dann werden auswerthen lassen, wenn der Ausdruck

$$\int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy'$$

durch eine lineare Funktion von y' ersetzt wird. Unter diesen Umständen läßt sich der Einfluß der vernachlässigten höheren Potenzen von y' durch die Einführung zweier Constanten K_1 und K_2 zur Geltung bringen, indem man setzt:

$$\int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' = K_1 + K_2 \cdot y'$$

Schreibt man der Kürze wegen für

$$\int_0^{y'} dy' = A, \quad \int_0^{y'} y'^2 \cdot dy' = B, \quad \int_0^{y'} y' \cdot dy' = C$$

$$\int_0^{y'} dy' \cdot \int_0^{y'} (1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' = E, \quad \int_0^{y'} y' \cdot dy' \cdot \int_0^{y'} 1 + y'^2)^{\frac{n-1}{2}} \cdot dy' = F,$$

so müssen die Constanten, damit das arithmetische Mittel der Fehlerquadrate ein Minimum wird, den beiden Gleichungen

$$A \cdot K_1 + C \cdot K_2 = E$$
$$C \cdot K_1 + B \cdot K_2 = F$$

genügen, woraus sich ergiebt

$$K_1 = -\frac{2}{y'^2} \cdot \left[3F - 2y' \cdot E\right]$$

$$K_2 = \frac{12}{y'^3} \cdot \left[F - \tfrac{1}{2} \cdot y' E\right]$$

So lange nun y'^2 kleiner als 1 ist, lassen sich die Integrale E und F durch convergente Reihen nach aufsteigenden Potenzen von y' entwickeln, und erhält man dann:

$$K_1 = -\tfrac{1}{15} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \cdot y'^2 - \tfrac{4}{105} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y'^5 - \tfrac{1}{42} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{3} \cdot$$
$$\cdot y'^7 - \tfrac{8}{495} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{4} \cdot y'^9 - \ldots$$

$$K_2 = 1 + \tfrac{3}{10} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \cdot y'^2 + \tfrac{1}{7} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot y'^4 + \tfrac{1}{12} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{3} \cdot$$
$$\cdot y'^6 + \tfrac{1}{20} \cdot \binom{\frac{n-1}{2}}{4} \cdot y'^8 + \ldots$$

Daß übrigens diese Formeln für ungerade Werthe von n auch gelten, wenn y'^2 größer als 1 ist, bedarf wohl keiner näheren Erörterung.

Wird y'^2 größer als 1, so lassen sich allgemein gültige Formeln für die Constanten nicht wohl aufstellen, weil dann die Integrale E und F nicht allgemein integrirt werden können; für jedes bestimmte n können natürlich auch Formeln für die Constanten gewonnen werden, die freilich recht komplizirt ausfallen und noch am einfachsten sind, wenn n eine gerade Zahl ist, in welchem Falle die Integrale E und F sich in geschlossener Form auswerthen lassen. Die Aufstellung solcher Formeln unterbleibt, da man einerseits für jeden Werth von n besondere abzuleiten hätte und man sich andrerseits auf eine andere Weise helfen kann und oft auch muß, weil die Rechnungsresultate, welche man durch Einführung der Constanten K_1 und K_2 erhält, bei Elevationen und Fallwinkeln über 45 Grad in

vielen Fällen zu ungenau werden. Weiter unten folgt eine tabellarische Zusammenstellung der Werthe der Constanten für die drei gebräuchlichen Widerstandsgesetze.

Man hat nun:

$$\int_0^{y'} (1+y'^2)^{\frac{n-1}{2}} dy' = K_1 + K_2 \cdot y' ,$$

also wird:

$$\left(\frac{1}{g} y''\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_0^n} + \frac{n.b_n}{g} (K_1 + K_2 . y') .$$

Setzt man

$$\frac{1}{v_0^n} + \frac{n b_n}{g} \cdot K_1 = \frac{1}{v_0^n}$$

$$b_n . K_2 = \beta_n ,$$

so bleiben die Formeln I—III bestehen, nur muß in denselben v_0 durch v_0 und b_n durch β_n ersetzt werden.

Durch weitere Integration der Gleichung:

$$\left(\frac{1}{g} z'\right)^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_1^n . \cos \tau_1^n}$$

$$+ \frac{1}{\cos \tau_1^{n-1}} \cdot \frac{n . b}{g} \cdot \int_0^z \left[1 + (z . \sin 2\tau_1 + z^2 . \cos \tau_1^2)\right]^{\frac{n-1}{2}} \cdot dz$$

$$= \frac{1}{v_1^n . \cos \tau_1^n} + \frac{1}{\cos \tau_1^{n-1}} \cdot \frac{n . b_n}{g} \cdot \left[z + \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \right.$$

$$\cdot \left(\frac{1}{2} z^2 . \sin 2\tau_1 + \frac{1}{3} z^3 . \cos \tau_1^2\right) + \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot \left(\frac{1}{3} z^3 . \sin 2\tau_1^2 \right.$$

$$\left. \left. \frac{1}{2} z^4 . \sin 2\tau_1 . \cos \tau_1^2 + \frac{1}{5} z^5 . \cos \tau_1^4 \right) + \ldots \right]$$

gelangt man, wenn man nur das erſte Glied der Reihe berückſichtigt, zu den „erweiterten geſchloſſenen Formeln“:

$$\text{IV. } x - x'_1 = \frac{n}{n-2} \cdot \frac{v_1^2 \cdot \cos \tau_1^2}{g} \cdot f'_n \cdot \left[(1 + z_n)^{\frac{n-2}{n}} - 1 \right]$$

$$\text{V. } y - h'_1 = \frac{n}{2n-2} \cdot \frac{v_1^2 \cdot \cos \tau_1^2}{g} \cdot f'^2_n \cdot \left[(1 + z_n)^{\frac{n-2}{n}} - \frac{2n-2}{n-2} \cdot \right.$$

$$\left. \cdot (1 + z_n)^{\frac{n-2}{n}} + \frac{n}{n-2} \right] + \operatorname{tag} \tau_1 \, (x - x'_1)$$

$$\text{VI. } t - t'_1 = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{v_1 \cdot \cos \tau_1}{g} \cdot f'_n \cdot \left[(1 + z_n)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right],$$

worin $f' = \frac{g \cdot \cos \tau_1^{n-1}}{n \cdot b_n \cdot v_1^n \cdot \cos \tau_1^n}$ und $z_n = \frac{1}{f'_n} z$ geſetzt iſt und die Elemente x'_1, h'_1, t'_1 dem Elemente $z = 0$ entſprechen.

Im quadratiſchen Geſetze lauten die Formeln IV und V:

$$x - x_1' = \frac{v_1^2 \cdot \cos \tau_1^2}{g} \cdot f_2' \cdot \ln (1 + z_2)$$

$$y - h_1' = \frac{v_1^2 \cdot \cos \tau_1^2}{g} \cdot f_2'^2 \cdot \left[z_2 - \ln (1 + z_2) \right] + \operatorname{tag} \tau_1 \, (x - x_1')$$

Auf ganz dieſelbe Weiſe wie oben kann den erweiterten geſchloſſenen Formeln ein weit höherer Grad von Genauigkeit ertheilt werden, wenn man den Einfluß der vernachläſſigten höheren Potenzen von z durch die Einführung zweier Conſtanten K_1' und K_2' zur Geltung bringt. Für letztere erhält man die Werthe:

$$K_1' = -\binom{\frac{n-1}{2}}{1} \cdot 2a \cdot \left[\frac{1}{24} \cdot z^2 + \frac{1}{30} b \cdot z^3\right] - \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot 2a^2 \cdot \left[\frac{1}{30} z^2 + \frac{1}{20} b \cdot z^4 + \frac{2}{105} b^2 \cdot z^5\right] - \binom{\frac{n-1}{2}}{3} \cdot 2a^3 \cdot \left[\frac{1}{40} z^4 + \frac{2}{35} b \cdot z^5 + \frac{5}{112} b^2 \cdot z^6 + \frac{1}{84} b^3 \cdot z^7\right] - \binom{\frac{n-1}{2}}{4} \cdot 2a^4 \cdot \left[\frac{2}{105} z^5 + \frac{5}{84} b \cdot z^6 + \frac{1}{14} b^2 \cdot z^7 + \frac{7}{180} b^3 \cdot z^8 + \frac{4}{495} b^4 \cdot z^9\right] - \binom{\frac{n-1}{2}}{5} \cdot 2a^5 \cdot \left[\frac{5}{336} z^6 + \frac{5}{84} b \cdot z^7 + \frac{7}{72} b^2 \cdot z^8 + \frac{8}{99} b^3 \cdot z^9 + \frac{3}{88} b^4 \cdot z^{10} + \ldots\right] - \ldots$$

$$K_2' = 1 + \binom{\frac{n-1}{2}}{1} \cdot a \cdot \left[\frac{1}{2} z + \frac{3}{10} b \cdot z^2\right] + \binom{\frac{n-1}{2}}{2} \cdot a^2 \cdot \left[\frac{3}{10} z^2 + \frac{2}{5} b \cdot z^3 + \frac{1}{7} \cdot b^2 \cdot z^4\right] + \binom{\frac{n-1}{2}}{3} \cdot a^3 \cdot \left[\frac{1}{5} z^3 + \frac{3}{7} b \cdot z^4 + \frac{9}{28} \cdot b^2 \cdot z^5 + \frac{1}{12} b^3 \cdot z^6\right] + \binom{\frac{n-1}{2}}{4} \cdot a^4 \cdot \left[\frac{1}{7} z^4 + \frac{3}{7} \cdot b \cdot z^5 + \frac{1}{2} b^2 \cdot z^6 + \frac{4}{15} b^3 \cdot z^7 + \frac{1}{20} b^4 \cdot z^8\right] + \binom{\frac{n-1}{2}}{5} \cdot a^5 \cdot \left[\frac{3}{28} z^5 + \frac{5}{12} b \cdot z^6 + \frac{2}{3} b^2 \cdot z^7 + \frac{6}{11} \cdot b^3 \cdot z^8 + \frac{5}{22} \cdot b^4 \cdot z^9 + \ldots\right] + \ldots$$

Hierin ist $a = \sin 2\tau_1$ und $b = 1/2 \operatorname{ctg} \cdot \tau_1$ gesetzt.

Eine weiter unten folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung von Werthen der Constanten K_1' und K_2' für die drei gebräuchlichen Widerstandsgesetze.

Man hat:

$$(1/g\,z')^{\frac{n}{2}} = \frac{1}{v_1^n \cdot \cos \tau_1^n} + \frac{1}{\cos \tau_1^{n-1}} \cdot \frac{n \cdot b_n}{g} \cdot (K'_1 + K'_2 z);$$

setzt man:

$$\frac{1}{v_1^n \cdot \cos \tau_1^n} + \frac{1}{\cos \tau_1^{n-1}} \cdot \frac{n \cdot b_n}{g} \cdot K'_1 = \frac{1}{v_1^n}$$

und

$$b_n \cdot K'_2 = \beta'_n$$

so behalten die Formeln IV—VI ihre Gültigkeit, nur muß in ihnen $v_1 \cdot \cos \tau_1$ durch v_1 und b_n durch β'_n ersetzt werden.

Um Verwechslungen zu vermeiden, will Verfasser die den Formeln I—III analogen Formeln, welche die Constanten K_1 und K_2 enthalten, „geschlossene Annäherungsformeln" nennen, während die den Formeln IV—VI entsprechenden, welche die Constanten K'_1 und K'_2 enthalten, „erweiterte geschlossene Annäherungsformeln" heißen sollen.

Was den Gebrauch der soeben abgeleiteten Annäherungsformeln anbetrifft, so glaubt Verfasser mit Rücksicht auf die Ausführungen des § 8 sich kurz fassen zu können; nur auf folgende Punkte will derselbe noch hinweisen:

1) Die Constanten K_1 und K'_1 sind für den aufsteigenden Ast positiv, für den absteigenden negativ zu nehmen, während K_2 und K'_2 in beiden Fällen positiv sind.

2) Es ist nicht erforderlich, zur Ermittelung der Constanten Abgangs- und Einfallwinkel in voller Genauigkeit in Rechnung zu stellen, von denen dies auch allein mit ersterem möglich wäre, während man letzteren nur annähernd kennt — annähernd läßt sich derselbe mittelst der geschlossenen Formel II berechnen; es genügt vielmehr, die genannten Winkel auf ganze Grade abgerundet zu berücksichtigen, da selbst ein Fehler von 1° bis 1½°, den man hierbei macht, das Resultat in keiner bemerkenswerthen Weise beeinflußt.

3) Ein wenig umständlich ist die Berechnung des Fallwinkels, wozu die Formeln II bezw. V benutzt werden müssen; im Allgemeinen kommt man hier am schnellsten durch Probiren an das Ziel, weshalb Verfasser darauf verzichtet, Methoden zur Lösung der betreffenden Gleichungen anzugeben.

4) Was die Wahl des Winkels τ_1 bei Benutzung der erweiterten geschlossenen Annäherungsformeln angeht, so muß offenbar die Genauigkeit der Resultate, welche die genannten Formeln liefern, um so größer werden, einen je näher an α bezw. τ' liegenden Werth von τ_1 man in Rechnung stellt; andererseits jedoch darf man τ_1 nicht zu groß wählen, weil sonst die Genauigkeit der geschlossenen Annäherungsformeln, deren man zur Ermittelung der Elemente x'_1, h'_1, t'_1 ꝛc. bedarf, beeinträchtigt wird, wenn man nicht zwei Zwischenrechnungen für jeden Ast machen, also je zweimal die erweiterten geschlossenen Annäherungsformeln anwenden will. Zu letzterem Mittel wird man indessen wegen der Unbequemlichkeit der Rechnung nur dann greifen, wenn man muß, ein Fall, welcher im Allgemeinen bei Elevationen und Fallwinkeln von mehr als 55 Grad eintritt.

Verfasser hat nun bei seinen praktischen Rechnungen die Erfahrung gemacht, daß es für die Genauigkeit der Resultate am günstigsten ist, bei Elevationen und Fallwinkeln zwischen 15 und 40 Grad, sowie zwischen 55 und 65 Grad einen zwischen 5 und 10 Grad geringeren und bei Elevationen und Fallwinkeln zwischen 40 und 55 Grad einen zwischen 10 und 15 Grad geringeren Werth von τ_1 in Rechnung zu stellen. Mit Rücksicht hierauf sind auch die Tabellen, welche die Constanten K'_1 und K'_2 enthalten, entworfen.

5) Die Frage, in welchen Fällen die geschlossenen Annäherungsformeln für praktische Zwecke genügend genaue Resultate liefern, in welchen dagegen die für die Rechnung viel unbequemeren erweiterten geschlossenen Formeln angewendet werden müssen, läßt sich a priori nicht beantworten.

Um die Grenzen der Anwendbarkeit der zuerst genannten Formelgruppe festzustellen, wurden von dem Verfasser innerhalb der drei gebräuchlichen Widerstandsgesetze eine Anzahl von Beispielen durchgerechnet; die Ergebnisse dieser Rechnungen folgen in nachstehenden Tabellen. Die in Klammern beigefügten Zahlen wurden mittelst der vollkommenen Formeln gefunden.

Geschütz und Geschoß	$\lg b_2$	c m	α °	τ' °	v_0 m	v' m	x_1 m	x_2 m	w m
21cm Mörser mit Langgranaten	0,20000 — 5	214	29° 7,5′	32° 50,8′ [32° 51,2′]	166,4	177,5	1757 [1757]	1634 [1634]	3391 [3391]
			40°	44° 55′ [44° 59′]	142,6	176,9	1979,5 [1979,5]	1822 [1821,5]	3801,5 [3801]
Kurze 15cm Kanone mit Langgranaten	0,94000 — 5	253	20°	23° 57′ [23° 57′]	202,9	192,2	1778,5 [1778,5]	1611 [1611]	3389,5 [3389,5]
			25°	30° 26,3′ [30° 26,7′]	190,4	186,7	2056 [2056]	1834,5 [1834,5]	3890,5 [3890,5]
			30°	36° 43′ [36° 46′]	177,8	184	2264 [2264,5]	1996 [1996,5]	4260 [4261]
12cm Bronze-Kanone C/73 mit Langgranaten	0,20000 — 4	325	20°	29° 32,5′ [29° 33,2′]	209,7	177,3	2311 [2311]	1854 [1854]	4165 [4165]
			25°	37° 25′ [37° 27′]	192,1	171,3	2588 [2590]	2025 [2026]	4613 [4616]
			30°	44° 39′ [44° 43′]	176,1	169,5	2775 [2778]	2134 [2135]	4909 [4913]
9cm Bronze-Kanone mit Langgranaten	0,25000 — 4	336	20°	30° 50′ [30° 53′]	206,2	171	2332 [2333]	1824 [1825]	4156 [4158]
			25°	38° 56′ [39° 2′]	188	165,5	2595 [2597]	1978 [1979]	4573 [4576]
			30°	46° 18′ [46° 23′]	171,9	165,3	2769 [2774]	2077 [2073]	4846 [4847]
Schwere 12cm Kanone mit Granaten C/80	0,30000 — 4	450	15°	26° 42,5′ [26° 44,5′]	247,5	182,5	2778 [2779]	2028 [2028]	4806 [4807]
			20°	36° 43,5′ [36° 47,5′]	219,7	170,3	3185 [3189]	2239 [2237]	5424 [5426]
28cm Ringkanone mit Hartgußgranaten	0,01235 — 4	473	11° 20,5′	16° 7,7′ [16° 8′]	335,5	269,1	3122 [3122]	2572 [2571,5]	5694 [5693,5]
			15° 31′ 43″	23° 57,4′ [23° 57,7′]	305,5	242,7	3829 [3829]	3031 [3030,5]	6860 [6859,5]
15cm Ringkanone mit Langgranaten	0,35000 — 4	485	9°	15° 30,7′ [15° 30,5′]	293,4	209,9	2177,5 [2178]	1644,5 [1644]	3822 [3822]
			15° 26′ 15″	29° 42,3′ [29° 44,7′]	240,2	172,1	2922 [2925,5]	2036 [2035,5]	4958 [4961]

Cubisches Widerstandsgesetz.

itz ß	lg b_3	c m	α °	γ' °	v_0 m	v' m	x_1 m	x_2 m	w m	h m
rser ng= en	0,69000 — 7	134	21° 48′ 45″	22° 45′ [22° 46,2′]	119,7	125,3	607 [607]	592 [592]	1199 [1199]	122,9 [122,9]
		214	29° 7,5′	33° 42,1′ [33° 42,5′]	159,8	169	1671 [1670]	1532 [1531]	3203 [3201]	489,5 [489,3]
			40°	45° 24,5′ [45° 25,7′]	137,8	170,2	1880 [1881]	1722 [1723]	3602 [3604]	832,1 [833,8]
			59° 26′ 15″	63° 23′ [63° 21′]	92,3	192	1652 [1651]	1551 [1549]	3203 [3200]	1469 [1469,4]
e none ng= en	0,59000 — 7	253	20°	23° 38,3′ [23° 38,3′]	203	195,2	1769 [1769]	1616 [1616]	3385 [3385]	338,7 [338,7]
			25°	29° 45,2′ [29° 45′]	191,3	191,3	2046 [2046,5]	1853 [1852,5]	3899 [3899]	505,1 [505,2]
			30°	35° 41,5′ [35° 41,7′]	180	190,2	2267 [2268,5]	2041,5 [2042]	4308,5 [4310,5]	696 [696,5]
onze= C/73 ng= en	0,70000 — 7	325	20°	27° 5,3′ [27° 5,7′]	215,4	199,5	2393 [2393,5]	2026 [2026,5]	4419 [4420]	481,3 [481,6]
			25°	33° 55′ [33° 58,4′]	205,2	195,5	2714 [2717]	2275 [2276,5]	4989 [4993,5]	705,4 [707,3]
			30°	40° 13′ [40° 18′]	191,2	195	2949 [2955]	2461 [2463]	5410 [5418]	954 [958,4]
res chütz ng= ten	0,86000-7	444	7° 37,5′	11° 31,2′ [11° 31,5′]	288,7	230	1633 [1632]	1326,5 [1327]	2959,5 [2959]	124,2 [124,2]
			16° 56′ 15″	27° 47,8′ [27° 47,6′]	229,6	190,1	2647 [2653]	2036 [2035]	4683 [4688]	479,3 [481,5]
re none aten)	0,80000 — 7	450	20°	32° 15′ [32° 16,4′]	226,1	194,6	3071 [3076]	2358 [2356,5]	5429 [5432,5]	665,3 [666,8]
			25°	39° 35′ [39° 45,3′]	208	192,4 [192,5]	3380 [3404]	2582 [2588]	5962 [5992]	944,7 [956,6]
			30°	45° 53′ [46° 13′]	192,3	193,3 [193,8]	3587 [3626]	2740 [2751]	6327 [6377]	1244 [1267,8]
ing= mit uß= ten	0,37183 — 7	473	11° 20,5′	15° 27,8′ [15° 27,7′]	343,6	291,6	3155 [3155]	2692 [2692]	5847 [5847]	347,5 [347,5]
			15° 31′ 43″	21° 54,2′ [21° 55,7′]	318,1	272,9	3915 [3915,7]	3268 [3265,5]	7183 [7181]	607,2 [607,2]
			40°	52° 50,6′ [53° 3′]	218,7	264,1 [264,9]	5900 [5947]	4827 [4837]	10727 [10784]	2837 [2881]
ing= mit = ten	0,79000 7	485	6° 13′ 7,5″	9° 16′ [9° 15,9′]	323,5	258	1642,5 [1642]	1345 [1345]	2987,5 [2987]	101,1 [101]
			9°	14° 11′ [14° 11,6′]	294,4	232	2101 [2101,5]	1669,5 [1670,5]	3770,5 [3772]	192,2 [192,3]
			15° 26′ 15″	25° 37,7′ [25° 38′]	251,1	204,1	2890 [2892]	2212 [2211]	5102 [5103]	475,7 [476,5]
			27° 15′	43° 25,2′ [43° 42,8′]	203,8	195,4 [195,7]	3694 [3739]	2789 [2798,5]	6483 [6537,5]	1154,2 [1178]

Biquadratisches Widerstandsgesetz.

Geschütz und Geschoß	lg b_1	c	α	τ'	v_0	v'	x_1	x_2	[illegible]
		m	°	°	m	m	m	m	[illegible]
21cm Mörser mit Langgranaten	0,10000 — 9	214	29° 7,5′	31° 32′ [31° 33′]	171,7	187,5	1804,5 [1804,5]	1723 [1724]	352 [352
			40°	42° 43′ [42° 44′]	149,9	189,5	2063 [2066]	1979 [1980]	40 [40
Kurze 15cm Kanone mit Langgranaten	0,18000 — 9	253	20°	23° 3,7′ [23° 3,7′]	206,2	201,9	1792 [1792]	1660,5 [1660,5]	345 [345
			25°	28° 54,6′ [28° 55,2′]	195,7	199,4	2088,5 [2089]	1926 [1926]	401 [40
			30°	34° 32′ [34° 35,7′]	185,1	199,2	2321,5 [2322]	2138,5 [2138,5]	44 [446
12cm Bronze-Kanone C 73 mit Langgranaten	0,25000 — 9	325	15°	19° 16,6′ [19° 16,7′]	239,4	216,5	1969 [1969,5]	1730,5 [1730]	369 [369
			20°	25° 58′ [25° 59,2′]	224,1	209,6	2395 [2397,5]	2084 [2085,5]	44 [44
			25°	32° 17′ [32° 20,5′]	210,6	207,2	2736 [2741]	2372,5 [2375,5]	510 [511
Schwere [illegible] Kanone [illegible]	0,27000 — 9	450	10°	14° 34′ [14° 34,2′]	280,2	235,8	2008,5 [2010]	1668 [1669]	367 [36
			15°	22° 13,5′ [22° 17,5′]	254,4	220,6	2600 [2606]	2131 [2135]	47 [47
			25°	35° 58′ [36° 14′]	219,6	212,7 [213]	3410 [3448,5]	2793 [2816]	62 [626
[illegible]	[illegible]	473	11° 20,5′	14° 47,8′ [14° 48,5′]	350	308,2	3181 [3182]	2781 [2781]	59 [59
			15° 31′ 43″	20° 40,2′ [20° 41,8′]	327,7	293,5	3982 [3983,5]	3430 [3431]	74 [741
[illegible]			22°	29° 25,2′ [29° 28,2′]	301,1	283,8	4966 [4975]	4243 [4247,5]	92 [922
[illegible]			9°	13° 10′ [13° 10,5′]	302	252,9	2099 [2100]	1741 [1742]	38 [38
[illegible]		[illegible]	[illegible] 15″	23° 1′ [23° 9′]	265,3	230,3	2952 [2964]	2406 [2411]	53 [53
Langgranaten			[illegible]	38° 50,6′ [39° 18′]	223,8	223,6 [224,1]	3922 [3990]	3207 [3243]	71 [72

Die in obigen Tabellen niedergelegten Zahlen berechtigen zu folgenden Aufstellungen:

a. Die geschlossenen Annäherungsformeln liefern im Allgemeinen zu kleine Werthe der Bahnelemente.

b. Die Genauigkeit der genannten Formeln nimmt ab:

α. mit der Elevation,

und bei gleicher Elevation

β. mit den Luftwiderstands-Constanten,

γ. mit der Anfangsgeschwindigkeit,

δ. mit der Zahl n.

c. Setzt man fest — um einen Maßstab zu haben, innerhalb welcher Grenzen die geschlossenen Annäherungsformeln für die Praxis brauchbare Resultate liefern —, daß die mittelst der genannten Formeln errechnete Schußweite um höchstens 0,2 % von der theoretisch genauen abweichen darf, so ergiebt sich als Grenze der Anwendbarkeit der geschlossenen Annäherungsformeln für mittlere und kleine Kaliber eine Schußweite von etwa 5000 m; bei schwereren Kalibern rückt diese Grenze noch weiter hinauf. Ausgenommen hiervon sind im Allgemeinen diejenigen Fälle, in welchen die Elevationen und Fallwinkel größer als 45 Grad werden.

Es folgen nun einige Rechnungsergebnisse, wie sie mittelst der erweiterten geschlossenen Annäherungsformeln erzielt wurden.

Quadratisches Widerstandsgesetz.

schütz nd schoß	$\lg b_2$	c m	α °	τ' °	v_0 m	v' m	x_1 m	x_2 m	w m	h m
Mörser Lang- naten	0,80000—4	214	59° 26′ 15″	64° 28′ [64° 29′]	93,6	185,4	1718 [1717]	1636 [1636]	3354 [3353]	1525 [1524,6
were Kanone anaten '80	0,30000—4	450	30°	52° 59′ [53° 1′]	178,7	163	3635 [3636,5]	2428,5 [2428]	6063,5 [6064,5]	1309 [1310,1
Ring- one Lang- aten	0,35000—4	485	27° 15′	51° 42′ [51° 44′]	182,9	154,6	3610 [3612]	2318 [2318,5]	5928 [5930,5]	1180,8 [1182

Cubiſches Widerſtandsgeſetz.

Geſchütz und Geſchoß	lg b_3	c m	α °	τ' °	v_0 m	v' m	x_1 m	x_2 m	w m
Schw. 12cm Kanonen mit Granaten C/80.	0,80000 — 7	450	25°	39° 44,5′ [39° 45,3′]	208	192,5	3403 [3404]	2588 [2588]	5991 [5992]
			30°	46° 14′ [46° 13′]	192,3	193,8	3626 [3626]	2753 [2751]	6379 [6377]
28cm Ringkanone mit Hartgußgranaten.	0,37183 — 7	473	40°	53° 2′ [53° 3′]	218,7	264,9	5944 [5947]	4839,5 [4837]	10 783,5 [10 784]
15cm Ringkanone mit Langgranaten.	0,79000 — 7	485	27° 15′	43° 42′ [43° 42,8′]	203,8	195,7	3737,5 [3739]	2798 [2798,5]	6535,5 [6537,5]

Biquadratiſches Widerſtandsgeſetz.

Geſchütz und Geſchoß	lg b_4	c m	α °	τ' °	v_0 m	v' m	x_1 m	x_2 m	w m
21cm Mörſer mit Langgranaten	0,10000 — 9	214	59° 26′ 15″	60° 56′ [60° 54′]	100,8	192,8	1837 [1836]	1795 [1794]	3632 [3630]
Schwere 12cm Kanone mit Granaten C/80	0,27000 — 9	450	25°	36° 13′ [36° 14′]	219,6	213	3447 [3448,5]	2815,5 [2816]	6262,5 [6264,5]
15cm Ringkanone mit Langgranaten	0,19000 — 9	485	27° 15′	39° 16,5′ [39° 18′]	223,8	224,1	3989 [3990]	3242 [3243]	7231 [7233]

Die in den letzten Tabellen enthaltenen Zahlen wurden — ein Beiſpiel, die Mörſerbahn, ausgenommen — mittelſt je einer Zwiſchenrechnung für jeden Aſt gewonnen, und dürfte man hiermit wohl in allen Fällen auskommen, ſo lange wenigſtens die Elevationen

und Fallwinkel nicht größer als 55 Grad werden. Jedenfalls aber muß man bei solchen über 60 Grad im Allgemeinen mehr als eine Zwischenrechnung für jeden Ast der Bahn vornehmen, weil dann die Reihen, welche die Constanten K_1' und K_2' darstellen, nicht mehr convergiren.

Ein Punkt muß noch hervorgehoben werden:

Die den Rechnungen zu Grunde gelegten Werthe der Luftwiderstands-Constanten wurden zum größten Theile so bestimmt, daß bei mittleren Entfernungen die errechnete Schußweite mit der schußtafelmäßigen in Uebereinstimmung kam; ein anderer Theil wurde dem Hauptschen Werke „Mathematische Theorie der Flugbahnen" 2c. entnommen.

Nachstehende Tabelle ermöglicht den Vergleich der Hauptschen Rechnungsresultate mit denen des Verfassers; erstere sind in Klammern beigefügt (vergl. pag. 57 des angezogenen Werkes).

Geschütz und Geschoß	lg b_s	c m	α m	τ' m	v' m	w m
21cm Mörser mit Langgranaten	0,69000 — 7	134	21° 48′ 45″	22° 46,2′ [22° 52,5′]	125,3 [124]	1199 [1228]
		214	29° 7′ 30″	33° 42,5′ [39° 38,75′]	169 [178]	3201 [3478]
			59° 26′ 15″	63° 21′ [64° 7,5′]	192 [192]	3203 [3420]
Schweres Feldgeschütz mit Langgranaten	0,86000 — 7	444	7° 37′ 30″	11° 31,5′ [11° 37,5′]	230 [229]	2959 [3072]
			16° 56′ 15″	27° 47,6′ [27° 22,5′]	190,1 [187]	4688 [4996]
15cm Ringkanone mit Langgranaten	0,79000 — 7	485	6° 13′ 7,5″	9° 15,9′ [9° 30′]	258 [251]	2987 [2998]
			15° 26′ 15″	25° 38′ [26° 33,75′]	204,1 [192]	5103 [5400]
			27° 15′	43° 42,8′ [43° 45′]	195,7 [195]	6537,5 [7300]

Die große Unſtimmigkeit, welche hier zu Tage tritt, iſt um ſo auffallender, als ſich weiter oben bei den Bahnen der 28cm Ringkanone eine gute Uebereinſtimmung der Reſultate gezeigt hatte. Da Verfaſſer die in der letzten Tabelle aufgeführten Beiſpiele wiederholt und zu verſchiedenen Zeiten nachgerechnet hat, ſo glaubt derſelbe mit einigem Rechte behaupten zu können, daß Rechnenfehler ſeinerſeits nicht vorliegen. Möglicherweiſe iſt die Urſache der Unſtimmigkeit in dem Umſtande zu ſuchen, daß der Hauptſchen Reihenentwickelung nach t, ebenſo wie der meinigen nach y', keine unbedingte Convergenz zukommt. —

Verfaſſer hatte ſich bei Unternahme vorliegender Arbeit, welche mit Abſicht an keiner Stelle das Gebiet der mathematiſchen Theorie verläßt, die Aufgabe geſtellt, balliſtiſche Formeln abzuleiten, welche bequem zu handhaben ſind und dabei doch zutreffende Ergebniſſe liefern; ob er dieſen ſeinen Zweck erreicht hat, unterſtellt er dem Urtheile des Leſers.

Tabellen,

enthaltend die Conſtanten K_1 und K_2, ſowie die Conſtanten K_1' und K_2'.

τ °	n = 2		n = 3		n = 4	
	K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
5°	0,00002	1,0011	0,00004	1,0023	0,00007	1,0034
6°	0,00004	1,0017	0,00008	1,0033	0,00012	1,0050
7°	0,00006	1,0023	0,00012	1,0045	0,00019	1,0068
8°	0,00009	1,0029	0,00018	1,0059	0,00027	1,0089
9°	0,00013	1,0037	0,00026	1,0073	0,00039	1,0113
10°	0,00018	1,0047	0,00036	1,0093	0,00055	1,0140
11°	0,00024	1,0057	0,00048	1,0113	0,00073	1,0171
12°	0,00032	1,0067	0,00064	1,0137	0,00097	1,0204
13°	0,00041	1,0079	0,00082	1,0160	0,00124	1,0241
14°	0,00051	1,0093	0,00103	1,0187	0,00156	1,0282
15°	0,00063	1,0107	0,00128	1,0215	0,00194	1,0326
16°	0,00078	1,0122	0,00157	1,0247	0,00239	1,0374
17°	0,00094	1,0139	0,00191	1,0280	0,00290	1,0425
18°	0,00113	1,0156	0,00229	1,0317	0,00348	1,0481
19°	0,00134	1,0175	0,00272	1,0356	0,00415	1,0541
20°	0,00158	1,0196	0,00321	1,0397	0,00491	1,0606
21°	0,00185	1,0217	0,00377	1,0442	0,00577	1,0675
22°	0,00215	1,0240	0,00439	1,0489	0,00675	1,0749
23°	0,00248	1,0265	0,00510	1,0541	0,00785	1,0828
24°	0,00286	1,0291	0,00589	1,0595	0,00908	1,0913
25°	0,00328	1,0318	0,00676	1,0653	0,01046	1,1003
26°	0,00375	1,0347	0,00773	1,0715	0,01202	1,1100
27°	0,00426	1,0378	0,008 2	1,0779	0,01371	1,1204
28°	0,00483	1,0411	0,010 2	1,0848	0,01562	1,1314

τ	n = 2		n = 3		n = 4	
°	K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
29°	0,00545	1,0446	0,01135	1,0922	0,01775	1,1432
30°	0,00614	1,0482	0,01283	1,1000	0,02013	1,1558
31°	0,00690	1,0521	0,01446	1,1083	0,02277	1,1692
32°	0,00775	1,0562	0,01627	1,1171	0,02571	1,1836
33°	0,00866	1,0605	0,01826	1,1265	0,02897	1,1989
34°	0,00966	1,0650	0,02065	1,1365	0,03259	1,2153
35°	0,01076	1,0699	0,02289	1,1471	0,03662	1,2326
36°	0,01198	1,0750	0,02557	1,1583	0,04108	1,2517
37°	0,01331	1,0804	0,02853	1,1703	0,04605	1,2718
38°	0,01478	1,0861	0,03179	1,1831	0,05159	1,2935
39°	0,01638	1,0922	0,03540	1,1967	0,05774	1,3167
40°	0,01815	1,0986	0,03939	1,2112	0,06458	1,3416
41°	0,02009	1,1054	0,04379	1,2267	0,07222	1,3684
42°	0,02215	1,1125	0,04867	1,2432	0,08074	1,3973
43°	0,02450	1,1200	0,05406	1,2609	0,09025	1,4284
44°	0,02703	1,1278	0,06004	1,2798	0,10089	1,4620
45°	0,02990	1,1361	0,06667	1,3000	0,11280	1,4984

τ °	n = 3	
	K_1	K_2
46°	0,07403	1,3217
47°	0,08221	1,3450
48°	0,09133	1,3702
49°	0,10149	1,3970
50°	0,11284	1,4271
51°	0,12555	1,4575
52°	0,13950	1,4915
53°	0,15580	1,5283
54°	0,17383	1,5683
55°	0,19419	1,6119
56°	0,21724	1,6594
57°	0,24342	1,7114
58°	0,27324	1,7683
59°	0,30733	1,8310
60°	0,34641	1,9000
61°	0,39144	1,9764
62°	0,44351	2,0612
63°	0,50397	2,1529
64°	0,57460	2,2614
65°	0,65750	2,3797

n = 2

τ_1	10°		15°		20°		25°		30°		35°		40°		50°		55°	
$\tau - \tau_1$	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'
5°	0,00014	1,0090	0,00022	1,0134	0,00031	1,0177	0,00043	1,0225	0,00058	1,0278	.	.	.	.	0,00238	1,0590	0,00377	1,0683
6°	0,00022	1,0112	0,00034	1,0166	0,00047	1,0216	0,00064	1,0276	0,00087	1,0342	.	.	.	.	0,00361	1,0729	0,00577	1,0833
7°	0,00031	1,0134	0,00047	1,0198	0,00065	1,0258	0,00089	1,0329	0,00122	1,0407	.	.	.	.	0,00521	1,0871	0,00831	1,0992
8°	0,00042	1,0158	0,00063	1,0233	0,00088	1,0301	0,00120	1,0383	0,00165	1,0475	.	.	.	.	0,00719	1,1020	0,01167	1,1155
9°	0,00056	1,0183	0,00083	1,0269	0,00115	1,0346	0,00157	1,0439	0,00218	1,0546	.	.	.	.	0,00962	1,1175	0,01590	1,1323
10°	0,00072	1,0219	0,00107	1,0309	0,00146	1,0393	0,00201	1,0500	0,00279	1,0620	0,00388	1,0760	0,00555	1,0926	0,01256	1,1332	0,02124	1,1502
11°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00352	1,0696	0,00491	1,0857	0,00705	1,1046	.	.	.	.
12°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00434	1,0778	0,00612	1,0959	0,00881	1,1172	.	.	.	.
13°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00530	1,0866	0,00752	1,1067	0,01090	1,1304	.	.	.	.
14°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00643	1,0956	0,00915	1,1180	0,01329	1,1445	.	.	.	.
15°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00771	1,1050	0,01103	1,1296	0,01609	1,1594	.	.	.	.

n = 3

τ_1	10°		15°		20°		25°		30°		35°		40°		50°		55°	
$\tau - \tau_1$	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'
5°	0,00029	1,0181	0,00044	1,0266	0,00062	1,0357	0,00086	1,0456	0,00118	1,0562	.	.	.	.	0,00495	1,1233	0,00785	1,1428
6°	0,00048	1,0224	0,00067	1,0327	0,00093	1,0438	0,00129	1,0560	0,00177	1,0696	.	.	.	.	0,00762	1,1537	0,01223	1,1766
7°	0,00062	1,0270	0,00093	1,0392	0,00132	1,0524	0,00182	1,0669	0,00251	1,0833	.	.	.	.	0,01111	1,1864	0,01807	1,2127
8°	0,00084	1,0318	0,00126	1,0460	0,00179	1,0614	0,00248	1,0784	0,00343	1,0977	.	.	.	.	0,01558	1,2219	0,02572	1,2512
9°	0,00111	1,0369	0,00166	1,0530	0,00235	1,0708	0,00326	1,0904	0,00453	1,1128	.	.	.	.	0,02123	1,2603	0,03559	1,2923
10°	0,00143	1,0423	0,00213	1,0606	0,00301	1,0806	0,00419	1,1031	0,00584	1,1288	0,00824	1,1590	0,01192	1,1955	0,02830	1,3022	0,04825	1,3367
11°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00741	1,1452	0,01049	1,1802	0,01528	1,2225	.	.	.	.
12°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,00922	1,1630	0,01315	1,2027	0,01930	1,2513	.	.	.	.
13°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01134	1,1822	0,01628	1,2267	0,02409	1,2822	.	.	.	.
14°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01381	1,2021	0,01995	1,2523	0,02976	1,3154	.	.	.	.
15°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01667	1,2232	0,02423	1,2796	0,03647	1,3510	.	.	.	.

n = 4

τ_1	10°		15°		20°		25°		30°		35°		40°		50°		55°	
$\tau-\tau_1$	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'	K_1'	K_2'
5°	0,00043	1,0273	0,00066	1,0402	0,00094	1,0541	0,00130	1,0693	0,00180	1,0852	.	.	.	.	0,00778	1,1919	0,01248	1,2243
6°	0,00065	1,0339	0,00100	1,0496	0,00142	1,0666	0,00197	1,0852	0,00273	1,1063	.	.	.	.	0,01211	1,2411	0,01970	1,2809
7°	0,00093	1,0408	0,00142	1,0595	0,00202	1,0799	0,00279	1,1021	0,00389	1,1280	.	.	.	.	0,01788	1,2948	0,02955	1,3419
8°	0,00126	1,0482	0,00192	1,0699	0,00276	1,0939	0,00384	1,1205	0,00535	1,1509	.	.	.	.	0,02538	1,3546	0,04268	1,4107
9°	0,00167	1,0561	0,00253	1,0808	0,00363	1,1085	0,00507	1,1395	0,00710	1,1751	.	.	.	.	0,03504	1,4202	0,06005	1,4855
10°	0,00215	1,0644	0,00328	1,0926	0,00467	1,1239	0,00656	1,1596	0,00920	1,2008	0,01313	1,2498	0,01924	1,2933	0,04737	1,4931	0,08282	1,5693
11°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01174	1,2274	0,01685	1,2847	0,02488	1,3338	.	.	.	.
12°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01472	1,2565	0,02128	1,3223	0,03174	1,3765	.	.	.	.
13°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01823	1,2882	0,02656	1,3628	0,04005	1,4233	.	.	.	.
14°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,02235	1,3224	0,03283	1,4066	0,05003	1,4731	.	.	.	.
15°	.	.	.	.	.	.	.	.	0,02717	1,3570	0,04023	1,4541	0,06202	1,5265	.	.	.	.

XIV.

Zur Geschichte der Bastionärbefestigung.

Obgleich die ersten nach dem Bastionärsystem befestigten Plätze aus der ersten Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts stammen und die ersten Schriftsteller, welche über die Bastionärbefestigung geschrieben haben, dieser oder einer weit späteren Zeit angehören, so wird doch vielfach behauptet, daß Befestigungen mit Bastionen hundert Jahre vordem und noch viel früher aufgeführt worden seien. Namentlich wird dabei jenes Bollwerk angeführt, welches 1461 (oder 1464) auf Befehl des Herzogs Ludwig von Savoyen erbaut wurde und dessen Trümmer auch Papacino d'Antoni*) in seiner Jugend gesehen zu haben angiebt. (Einige diesem Autor nachschreibende Schriftsteller — die ein bis zwei Menschenalter später lebten — erzählen denn auch, daß dieses Bollwerk noch vor wenigen Jahrzehnten im königlichen Schloßgarten zu Turin existirt habe!) — Auch wenn man der Angabe des im Ganzen ziemlich verläßlichen Italieners vollen Glauben schenkt, will das eine Bastion sehr wenig bedeuten. Denn die Thatsache, daß Jemand habe ein Bastion aufführen lassen, beweist noch lange nicht, daß derselbe an eine bastionäre Befestigung gedacht oder eine solche nur gekannt habe. Unserer Ansicht nach ist ein Bastion für sich allein einfach eine Redoute oder ein fünfeckiger Thurm. Es wird erst ein Bastion durch seine Stellung und durch seine Beziehung zu den anderen Theilen der Befestigung.

Die meisten anderen für die frühere Anwendung der Bastionärbefestigung angeführten Beispiele verdienen gar keine Widerlegung.

---

*) Siehe dessen: Dell' architectura militare Torino 1778.

In deutscher Uebersetzung:

Von der Kriegsbaukunst für die königlichen theoretischen Schulen der Artillerie und Fortifikation. Berlin 1794.

ſo z. B. die Angabe, daß die Huſſiten die Erfinder der Baſtione ſeien. Das Unſinnige dieſer Behauptung wurde bereits im 84. Bd. d. A. S. 213 nachgewieſen und es mag hier nur bemerkt werden, daß die Zeit, in welcher die Böhmen womöglich alle großen Männer und alle Erfindungen für ſich acquiriren wollten, nicht gar zu ferne liegt. Wurde doch das Wort Haubitze von husnice hergeleitet und ſollte dieſes Geſchütz ſchon im 15. Jahrhundert in Böhmen exiſtirt und ein Bürger von Beraun in Böhmen im Jahre 1310(!) den Flintenlauf erfunden haben.

Indeſſen bemerken mehrere Schriftſteller, wenn ſie von den aus dem 15. Jahrhundert ſtammenden angeblichen Baſtionen ſprechen, daß dieſelben ſehr klein geweſen ſeien. Dieſer Umſtand führt bei näherer Betrachtung ſehr bald zur Erkenntniß, welche Bewandtniß es mit dieſen Baſtionen in verſchiedenen Fällen gehabt habe.

Eines der auffälligſten Beiſpiele findet ſich in Pola. Dort befanden ſich vor einigen Jahrzehnten (oder befinden ſich vielleicht noch) an dem auf der rückwärtigen Seite (der Landſeite) des Caſtellberges erhaltenen Theile der alten Stadtmauer mehrere Thürme, von welchen einige die veritable Baſtionsform beſitzen. Die Größe iſt die bei Thürmen dieſer Art gewöhnliche und die Höhe eine mäßige, doch nicht genau beſtimmbare, da von den Zinnen nirgends eine Spur iſt. Der obere Theil der Mauer iſt entweder herabgefallen oder in ſpäterer Zeit abgetragen worden. Für letztere Annahme ſpricht der Umſtand, daß zwei Thürme mit Erde ausgefüllt ſind. Man wollte vermuthlich, wie es bei ſo vielen Stadtbefeſtigungen geſchah, die beſtehenden Mauern den immer häufiger zur Verwendung kommenden Feuergeſchützen gegenüber widerſtandsfähiger geſtalten. Dieſe Umgeſtaltung läßt die baſtionsähnliche Form noch auffälliger hervortreten. Die Flanken dieſer Thürme ſtanden, wie es bei Thürmen überhaupt gewöhnlich war, rechtwinklig zur Stadtmauer. Dagegen war die Vordermauer nicht gerade, ſondern aus zwei in einem ſtumpfen Winkel zuſammenſtoßenden Linien gebildet. Alſo zwei Facen!

Betrachtet man jedoch das Innere oder wenigſtens den Grundriß dieſer Thürme, ſo findet ſich für die äußerliche Baſtionsform eine ganz eigenthümliche Erklärung. Das Innere bildet nämlich ein Quadrat oder ein Rechteck und es läuft die Rückſeite der Vorderwand keineswegs parallel zur Außenſeite, ſondern es bildet

dieselbe eine zu beiden Flanken senkrechte Linie. Die gewöhnlich den beiden Flanken an Stärke gleiche Vorderwand des Thurmes ist hier also durch ein vorgelegtes gemauertes Dreieck verstärkt. Die Mauer stammt aus dem 14., wo nicht aus dem 13. Jahrhundert, also aus einer Zeit, wo man in diesen Gegenden von den Feuergeschützen keine Kenntniß hatte. Diese Verstärkung der Vorderwand der Thürme hatte allem Ansehen nach den Zweck, diese wenig oder gar nicht bestrichene und darum besonders exponirte Stelle gegen den feindlichen Mauerbrecher zu schützen oder wenigstens widerstandsfähiger zu machen. Thürme ähnlicher Art sind oder waren noch in mehreren anderen Städten Istriens und Dalmatiens zu finden. Es dürfte demnach diese eigenthümliche Verstärkung der Thürme bei den Venetianern, denen diese Länder zu jener Zeit größtentheils gehörten, Sitte gewesen sein.

Eine andere Art bastionsähnlicher Thürme, welche besonders im westlichen Theile Norditaliens beliebt gewesen zu sein scheinen, hat diese ihre Aehnlichkeit dem Umstande zu danken, daß man den Thurm mit einer Ecke in die Mauer hineinstellte. Die Thürme erhielten dadurch einige Aehnlichkeit mit den von Errard von Herzogenbusch angeordneten Bastionen, deren Flanken bekanntlich senkrecht auf die Facen stehen.

Bekanntlich waren die den Stadtmauern an- oder eingebauten Thürme häufig kreisrund oder elliptisch gebaut. Doch mochte Vielen der Rundbau zu schwierig und minder haltbar, vielleicht auch minder zierlich erscheinen und man machte, um ein Mittel zwischen dem Viereck und dem Kreise zu haben, die Thürme sechs- und achteckig, öfter auch fünf- oder siebeneckig. Mehrere Beispiele dieser Art finden sich in Ungarn und den südlich davon gelegenen Ländern. Vielleicht stammt die Idee von den Byzantinern ab, mit deren sonstigem Baustil diese Thürme auch ganz harmoniren. Letztere brauchen dann nicht erst besonders gestellt zu sein, um einer Mauer das flüchtige Ansehen einer bastionirten Linie zu geben.

Die Baumeister des Mittelalters pflegten bei der Anlage der Befestigungen sich nicht sonderlich an regelmäßige Linien zu halten, sondern sie führten den Bau nach dem augenblicklichen Bedürfniß und dem Terrain anpassend aus. Manche Ingenieure späterer Zeit hätten in dieser Beziehung lernen können. Besonders willkürlich, und nur nach dem Terrain oder vielmehr nach den ein

Fundament bietenden Felsvorſprüngen ſich richtend, verfuhr man bei dem Baue feſter, nach der Sitte der Zeit auf Berggipfeln gelegener Schlöſſer. Der gebirgige Theil Süddeutſchlands, Böhmen und die öſterreichiſchen Alpenländer ſind reich an den wunderlichſten Burgbauten, und bei mehr als einer verfallenen Burg kann man aus den Ueberreſten der Mauern oder den etwa noch ſichtbaren Fundamenten derſelben nicht nur wirkliche Baſtione, ſondern ſelbſt ganze — wenn auch etwas unregelmäßige — baſtionirte Fronten herausfinden, obgleich der lange vor dem Bekanntwerden der Feuerwaffen ſchaffende Baumeiſter auch nicht entfernt an Baſtionärbefeſtigung gedacht hat.

Wer nun in der zufällig oder aus ganz abliegenden Urſachen erfolgten Zuſammenſtellung einiger Mauerlinien, denen man — vielleicht nicht ohne ein gewiſſes Quantum Phantaſie — einige Aehnlichkeit mit Baſtionen beimeſſen kann, wirklich ausgeführte Baſtione und baſtionirte Fronten erblicken will, darf es immerhin thun, und er mag ſelbſt die Entſtehung der Baſtionärtrace daraus ableiten.

In Wirklichkeit aber werden wohl diejenigen Recht behalten, welche San Michele und San Gallo und die übrigen italieniſchen Kriegsbaumeiſter aus dem zweiten Viertel des 16. Jahrhunderts für die Urheber der Baſtionärbefeſtigung und dieſe ſelbſt erſt von dieſer Zeit an zu allgemeiner Anwendung gelangend halten.

A. D.

XV.

Das Markiren der Geſchoßaufſchläge als artilleriſtiſches Ausbildungsmittel.

Kaum beſteht wohl ein Zweifel darüber, daß es für die artilleriſtiſche Schießausbildung ſehr förderlich wäre, wenn während des Exerzirens am Geſchütz — namentlich in der der Schießübung direkt vorhergehenden Ausbildungsperiode — das Krepiren der Geſchoſſe derart ſich markiren ließe, daß Ort des Aufſchlages und Korrektur ſich gegenſeitig bedingen würden. Es mag nur hervorgehoben werden, daß dadurch die Korrekturen und andere Einzelheiten der Bedienung, wie Lattenbeobachtung, Führung der Notirtafel ꝛc., vollkommen gleich würden denjenigen während des wirklichen Schießens, insbeſondere aber, daß die bisherigen Uebungen im Beobachten ſich umgeſtalten würden zu Uebungen in der Feuerleitung, Uebungen, zu deren Vornahme den Unterchargen — namentlich denjenigen der Fußartillerie — bei der Schießübung nur ganz ungenügend Gelegenheit gegeben werden kann, während dieſelben Chargen im Ernſtfalle häufig zu ſelbſtſtändiger Feuerleitung berufen ſein werden.

Die bei Beobachtungsübungen bisher gebräuchliche Methode des Legens der Kanonenſchläge geſtattet zwar ein Abbrennen in beliebiger Reihenfolge; die Lage der Treffpunkte beim wirklichen Schießen iſt aber durchaus keine beliebige, ſondern eine ſtreng geſetzmäßige; ſie beſtimmt ſich aus Korrektur und Streuung; nun werden aber dieſe Faktoren nie bei einem Schießen genau ſo wirken wie beim andern; denn es iſt nicht nur die Streuung eine innerhalb gewiſſer Grenzen ſchwankende und demgemäß die Korrektur in ungleichmäßiger Weiſe beeinfluſſende Größe, ſondern auch die Korrektur ſelbſt hat einen variablen inneren Werth; der-

ſelbe iſt bedingt durch die Güte der Beobachtung, durch die Fähigkeit des Feuerleitenden, den Geſetzen der Schießkunſt entſprechend zu folgern und Entſchlüſſe zu faſſen, ſowie durch die Verläſſigkeit der Bedienung; es kann daher durchaus nicht die für einen beſtimmten Fall erſchoſſene, noch weniger aber eine willkürlich beſtimmte und daher unnatürliche Lage der Treffpunkte einer Uebung in der Feuerleitung zu Grunde gelegt werden; Sache des theoretiſchen Unterrichtes wird es ſein, zu lehren, was unter dieſen oder jenen Vorausſetzungen zu geſchehen hätte; dagegen beſteht die Ausbildung in der Feuerleitung darin, zu üben, wie aus dem Beobachtungsreſultat des konkreten Falles logiſch gefolgert und wie daraufhin gehandelt wird.

Im Folgenden ſoll nun ein Verfahren dargethan werden, welches ermöglicht, die Geſchoßaufſchläge an dem Orte zu markiren, welcher ihnen gemäß der in der Batterie befohlenen Korrektur und gemäß der Trefffähigkeit des Geſchützes zukommt. Die Berückſichtigung der befohlenen Korrekturen iſt ſehr leicht durchführbar, wenn die entſprechenden Kommandos durch das hierfür vorzüglich geeignete Telephon oder auch andere Fernſprechapparate an das Ziel übermittelt werden und das Legen der Kanonenſchläge in der weiter unten zu beſprechenden Weiſe geſchieht.

Nicht ſo einfach erſcheint auf den erſten Blick die Berückſichtigung der Trefffähigkeit, eines Umſtandes, welchem jedoch namentlich beim näheren Heranrücken der Aufſchläge an den beabſichtigten Treffpunkt, alſo beim Gruppeſchießen, unbedingt Rechnung zu tragen iſt. Es laſſen ſich indeß die Angaben der Treffähigkeits-Tabellen ſehr leicht in eine Form bringen, welche es ermöglicht, die natürlichen Streuungen in ſachgemäßer und nicht zeitraubender Weiſe in Rechnung zu bringen.

Man theile den Raum der ganzen Streuung ſowohl der Länge wie der Breite nach in ſchmale Streifen und berechne für jeden Streifen die Trefferprozente; es beträgt z. B. bei der ſchweren 12 cm Kanone auf 1500 m die mittlere Längenſtreuung 14 m; daher die ganze Längenſtreuung ca. 56 m; dieſen Raum in Querſtreifen von 1 m Breite zerlegt, erhält man:

| | | |

für je 1 folgenden Streifen davor u. dahinter von 2 m Breite 1% Treffer
" " 1 " " " " " " 3 m " 1% "
" " 1 " " " " " " 4 m " 1% "

Man kann nun offenbar, ohne einen wesentlichen Fehler zu machen, annehmen, die innerhalb eines Streifens gelegenen Treffer lägen genau in der Mitte desselben; den mittleren Treffpunkt als Nullpunkt angenommen, liegen also im gegebenen Falle von 100 Schüssen

auf ± 0		4 Schüsse
" 1, 2, 3 m	davor und dahinter je	4 "
" 4, 5, 6, 7, 8, 9 m	" " " "	3 "
" 10, 11, 12, 13, 14 m	" " " "	2 "
" 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 27 m	" " " "	1 Schuß.

Den Raum der ganzen Streuung in Längsstreifen von 0,1 m Breite zerlegt und die Rechnung für die dem gegebenen Beispiel entsprechende mittlere Breitenstreuung von 0,8 m analog durchgeführt, erhält man als Resultat:

es liegen von 100 Schüssen

auf ± 0		8 Schüsse
" (0,1) (0,2) (0,3) m	rechts und links je	6 "
" (0,4) (0,5)	" " " " "	5 "
" (0,6)	" " " " "	4 "
" (0,7) (0,8)	" " " " "	3 "
" (0,9) (1,0)	" " " " "	2 "
" (1,1) (1,2) (1,4) (1,6)	" " " " "	1 Schuß.

Schneidet man sich nun 100 kleine quadratische Täfelchen von etwa 2 cm Seitenlänge aus steifem Karton und beschreibt, in Gemäßheit des bei Umrechnung der Längenstreuung gewonnenen Resultates, davon 4 mit ± 0, dann je 4 mit + 1 resp. — 1 u. s. w.; dreht dann die Täfelchen um und beschreibt, in Gemäßheit des bei Umrechnung der Breitenstreuung gewonnenen Resultates, beliebige 8 Täfelchen mit ± 0, dann je 6 mit — 0,1 resp. + 0,1 u. s. w. und legt schließlich die Täfelchen so, wie es dem Werthe der auf ihnen befindlichen Zahlen entspricht, so erhält man das Bodenbild für die in Frage stehende Treffähigkeit.

Zieht man die befohlene Korrektur als Maß für die Verlegung des mittleren Treffpunktes, die Angaben je eines Täfelchens als Abweichung je eines Schusses in Rechnung, so bestimmt sich

hieraus die Lage der Treffpunkte zu einander genau ebenso wie beim wirklichen Schießen; um die Lage der Treffpunkte zum Ziel zu bestimmen, braucht man nur den Ort für den mittleren Treffpunkt des ersten Schusses*) zu supponiren.

Gesetzt, es soll aus der s. 12cm K. mit Langgranaten auf 1500 m gefeuert werden — Erhöhung 2^{12}, Seitenverschiebung $^2/_{16}$ —, es werde der mittlere Treffpunkt des ersten Schusses auf — 50 m und 3 m rechts angenommen und die Angaben eines Täfelchens lauten — 12 und — 0,2, so liegt der Ort dieses Schusses auf — 62 m und 2,8 m rechts; giebt man beim nächsten Schuß 3° Erhöhung und $^4/_{16}$ Seitenverschiebung, so wird der mittlere Treffpunkt verlegt auf + 58 und 0,2 links; die Angaben eines zweiten Täfelchens lauten + 7 und + 0,6, es liegt also der Ort dieses Schusses auf + 65 und 0,4 rechts. Sehr einfach gestaltet sich diese rechnerische Manipulation, wenn man sich eine Schußliste (siehe am Schlusse dieses Artikels) anlegt und in deren Rubriken 4 und 8 die Angaben so vieler Täfelchen, als man Schüsse zu markiren beabsichtigt, bereits vor der Uebung notirt.

Die Täfelchen für die Längenabweichungen zugleich auch mit der Angabe der Seitenabweichung zu versehen, empfiehlt sich dann, wenn, wie bei der Feldartillerie, nur eine Geschützart in Betracht kommt, also zu einer bestimmten Längenstreuung auch immer dieselbe Breitenstreuung gehört.

In diesem Falle erscheint es jedoch zweckmäßig, obgleich die Seitenabweichung sich durch die angehängte Decimale schon unterscheidet, behufs unbedingter Vermeidung von Verwechselungen die Ziffern der Längenstreuung in schwarzer, diejenigen der Breitenstreuung in rother Tinte auszuführen.

Die Festungs- und Belagerungs-Geschütze aber zeigen, wenn in Bezug auf Längenstreuung auch übereinstimmend, meist einen Unterschied in der Breitenstreuung und umgekehrt; hier empfiehlt es sich nun, die Täfelchen der Längenabweichungen getrennt von denjenigen der Seitenabweichungen anzufertigen.

Nun differiren auf Entfernungen von 1000 bis 3000 m zwar die mittleren Längenstreuungen dieser Geschütze zwischen 11 und

---

*) Hier wie folgend ist statt „mittlerer Treffpunkt der Streuungsgarbe, zu welcher der xte Schuß gehört" der Kürze halber gesagt „mittlerer Treffpunkt des xten Schusses".

44 m, die mittleren Breitenstreuungen zwischen 0,7 und 4,0 m; es ist aber durchaus nicht nöthig, für alle zwischenliegenden Streuungen das Bodenbild zu konstruiren; es wird vielmehr genügen, bei kleineren Streuungen die Längenstreuungen in Intervallen von 2 m, die Breitenstreuungen in Intervallen von 0,2 m umzurechnen; bei größeren Streuungen kann man Intervalle von 5 resp. 0,5 m annehmen;*) im Ganzen ist also die Durchführung der Rechnung für etwa 15 verschiedene mittlere Längen- und eben so viele Breitenstreuungen nothwendig; diese Arbeit kann jeder gewandte Avancirte in zwei Tagen durchführen.

Zur Konservirung der Täfelchen, sowie zur Vermeidung von Irrthümern und Verlusten empfiehlt es sich, für jede umgerechnete Streuung 2 Säckchen anfertigen zu lassen, welche außen mit dem Maße der betreffenden mittleren Streuung bezeichnet werden; eines derselben wird nebst den Täfelchen in das andere gesteckt; beim Gebrauche werden die Täfelchen einzeln gezogen, notirt und in das leere Säckchen geworfen, zuletzt der etwaige Rest ebenfalls hineingeschüttet, das leer gewordene Säckchen daraufgelegt.

Um nun die einzelnen Aufschläge an dem errechneten Orte markiren zu können, werden seitwärts und parallel der Schießrichtung vor und hinter dem Ziel in bemessenen Abständen Faschinenpfähle paarweise eingeschlagen.

Der Abstand der Pfahlpaare wird nahe vor und hinter dem Ziele zu 5 m, weiter hinaus zu 25 m angenommen; der Abstand der beiden Pfähle eines Paares beträgt 0,1 m. In die durch ein solches Pfahlpaar gebildete Gabel wird eine in Abständen von 0,25 m mit Schleifen versehene Ankerschnur senkrecht zur Schußrichtung gelegt und auf der der Schußlinie abgekehrten Seite der Pfähle mittelst eines durch eine Schleife gesteckten Pflockes festgehalten; an dem der Schußlinie zugekehrten Ende der Ankerschnur befindet sich ein Karabinerhaken, in welchen der Kanonenschlag eingehakt wird.

Die Entfernung der Pfähle vom Ziel bestimmt also auf

---

*) Ist dann die einer Aufgabe zu Grunde zu legende schußtafelmäßige Streuung nicht umgerechnet, so benutzt man das Bodenbild der nächst höheren umgerechneten Streuung und erhält folglich ein Resultat, welches, ebenso wie dasjenige des praktischen Schießens, größere als die schußtafelmäßigen Abweichungen aufweist.

5 resp. 25 m genau die Längenabweichung, die Länge der Ankerschnur auf 0,25 m genau die Seitenabweichung eines Schusses.

Die Pfähle sind an ihrem oberen Ende abgeflacht und dort mit der Bezeichnung ihres Abstandes vom Ziel versehen; die Eintheilung der Ankerschnur geschieht durch die bereits oben erwähnten in Abständen von 0,25 m eingeknüpften Schleifen; außerdem ist jede übersprungene Meterlänge mit schwarzer Oelfarbe angestrichen und von 5 zu 5 m ein Täfelchen mit entsprechender Bezeichnung angeknüpft.

Die Gesammtlänge der Ankerschnur wird auf ca. 25 m zu bemessen sein; die Pfahlreihe wird nämlich so weit seitwärts gerückt, daß auch beim Verlegen des Treffpunktes und bei der größten möglichen Seitenabweichung kein Schuß seitlich über die Pfahlreihe hinausfällt; dadurch wird eine Numerirung der Ankerschnur nach 2 Seiten unnöthig; ferner wird die Pfahlreihe, wenn irgend angängig, nach dem linken Flügel des Zieles zu gerückt; bei dieser Anordnung wird der Abstand der Aufschläge von der Pfahlreihe durch eine + Seitenkorrektur vergrößert, durch eine — Seitenkorrektur aber verringert, die Seitenkorrekturen können also mit dem in der Batterie befohlenen Vorzeichen in Ansatz gebracht werden.

Die Kanonenschläge selbst sind die bisher gebräuchlichen von kubischer Form; jedoch empfiehlt es sich, das Zündloch in der Nähe der Mitte einer Kante und nicht auf derselben Fläche, auf welcher sich das Fülloch befindet, anzubringen. Vor dem Gebrauche wird um den Kanonenschlag ein doppelter Feuerwerksknoten von mittelstarkem Bindfaden derart gelegt, daß die Verschlingung desselben über das Zündloch zu liegen kommt; alsdann wird durch die Verschlingung hindurch die Schlagröhre in das Zündloch gesteckt, der Feuerwerksknoten über dem Kopfe der Schlagröhre zugezogen und noch ein einfacher Knoten daraufgelegt. Beim Gebrauche wird der Haken der Ankerschnur in den Bindfaden an der dem Zündloch gegenüber liegenden Kante des Kanonenschlages, der Haken der Abzugsschnur in die Reiberöse eingehakt.

Die Abzugsschnur ist ca. 10 m lang und ebenso wie die Ankerschnur mit einem Karabinerhaken versehen, um ein selbstthätiges Aushaken zu verhindern. Zur Ausführung der Berechnung und zur Aufsicht befindet sich am Ziel ein entsprechend

geübter Avancirter; derselbe ruft den zum Legen der Kanonenschläge bestimmten Mannschaften die Abweichungen zu, und zwar stets die Längenabweichung zuerst. Am Telephon befindet sich ein Mann zur Empfangnahme und Weitergabe der Kommandos.

Zum Legen der Kanonenschläge vor und hinter dem Ziel sind mehrere Rotten abgetheilt; Nr. 1 jeder Rotte besorgt das Legen der Ankerschnur — möglichst senkrecht zu der durch die Pfähle bezeichneten Linie —, Nr. 2 das Herbeibringen und Einhaken des Kanonenschlages, sowie das Abfeuern.

Durch diese Anordnung wird erreicht, daß, während ein Kanonenschlag abgefeuert wird, der nächstfolgende schon gelegt werden kann; es lassen sich hierdurch bequem Feuergeschwindigkeiten von einer Minute pro Schuß zur Darstellung bringen.

Außerdem wird, da, auch während ein Weitschuß markirt wird, sich Mannschaften vor dem Ziel befinden, verhindert, daß der Beobachtende sich dazu verleiten läßt, statt der Raucherscheinung den Aufstellungsort der am Ziel thätigen Mannschaften seinen Beobachtungen zu Grunde zu legen; die Art der Thätigkeit läßt sich nämlich auch mit dem Fernrohre sehr schwer unterscheiden.

Die Ziele werden möglichst auf der Entfernung aufgestellt, welche der Schießaufgabe entspricht.

Ziele des Feldkrieges kommen durch Truppen, Scheiben oder vorliegende Terraingegenstände zur Darstellung. Batterie-Brustwehren lassen sich auf vorliegenden Uebungsplätzen, geräumigen Esplanaden ꝛc. errichten, oder sie werden durch zusammensetzbare, leicht transportable Phantome aus Brettern dargestellt.

Das Beschießen von Festungswerken wird an vorhandenen Werken geübt.

Feindliches Feuer kann ebenso wie bei der Schießübung markirt werden.

Die eigene Geschützaufstellung wird, wenn irgend angängig, kriegsmäßig besetzt; eine Ausnahme wird nur nöthig sein bei Beginn dieser Uebungen, oder wenn das Beschießen von Festungswerken geübt werden soll und eine Aufstellung von Geschützen in benachbarten Werken oder im Vorterrain nicht angängig ist.

Zweckmäßig erscheint es jedoch, auch in diesen Fällen die Chargen kriegsmäßig einzutheilen und die Führung der Notir-

tafel, das Stellen des Quadranten und den Gebrauch der Latte üben zu laſſen.

Die Oberaufſicht bei dieſen Uebungen liegt in den Händen eines Leitenden; derſelbe beſtimmt, ſelbſtverſtändlich ohne Vorwiſſen des Batteriekommandeurs, den Ort des erſten Aufſchlages, ob und welche balliſtiſche Eigenthümlichkeiten einzelner Geſchütze zum Ausdruck kommen ſollen, und übermittelt von ihm bei perſönlicher Reviſion konſtatirte Richtfehler an das Ziel; der Telegraph ſteht ihm zur Verfügung und kann er hierdurch ſich über den Verlauf der Uebung orientiren.

Es werden alle Kommandos des Batteriekommandeurs über Feuerordnung und Richtung, ſowie die Kommandos der Zugkommandeure ꝛc. für das Abfeuern der Geſchütze an das Ziel telegraphirt; die Richtung wird zur Vermeidung von Irrthümern an die Batterie zurücktelegraphirt.

Nun noch einige Bemerkungen über die Verwendbarkeit reſp. Modifizirung des Verfahrens in beſonderen Fällen.

Die oben beſprochene Umwandlung der Trefffähigkeits-Tabellen in Bodenbilder ermöglicht es, die Schießaufgaben im Unterrichte nicht nur bis zur Aufſtellung des Schießplanes zu erörtern, ſondern dieſelben bis zum vollendeten Einſchießen durchzuführen.

Ebenſo kann man mittelſt der Bodenbilder beim Geſchützexerziren Schießaufgaben durchführen, ohne daß ein Markiren der Geſchoßaufſchläge ſtattfindet; an Stelle des Beobachtungsreſultates tritt dann von Schuß zu Schuß eine Mittheilung über die Lage des Aufſchlages, ſoweit letztere ſonſt durch Beobachtung ermittelt werden kann.

Da beim Beſchießen von Zielen des Feldkrieges ſeitliche Beobachtung in der Regel ausgeſchloſſen iſt, ſo iſt es auch nicht nöthig, die Längenabweichungen in ihrer wirklichen Größe darzuſtellen und vereinfacht ſich hierdurch das Markiren der Aufſchläge ungemein; man braucht dann ſowohl vor, wie hinter dem Ziele nur je ein Paar oder, wenn man zwiſchen kürzeren und weiteren Abweichungen unterſcheiden will, je 2 Paar Pfähle einzuſchlagen.

Auch das Schießen gegen ſich bewegende Ziele läßt ſich leicht einüben.

Wird nämlich ſeitens des Leitenden im Verlaufe der Uebung

eine Verlegung des mittleren Treffpunktes um ein bestimmtes Maß befohlen, so wird ein Beobachtungsresultat entstehen, welches auch entstanden wäre, wenn das Ziel sich in dem der stattgehabten Verlegung entgegengesetzten Sinne bewegt hätte.

Bei Darstellung des Schießverfahrens gegen Geschütze in Batterien lassen sich ebenfalls wesentliche Vereinfachungen für das Legen der Kanonenschläge treffen.

Da nämlich die Beobachtung nur unterscheiden kann zwischen

— Terrain, — B, — K oder Kr, ± C und +,

so braucht man auch nur diese 5 Typen beim Markiren zu unterscheiden; findet seitliche Beobachtung statt, so sind die Terrainschüsse auf 25 m genau zu markiren.

Soll, um bei obigem Beispiel zu bleiben, aus s. 12 cm Kanonen mit Langgranaten C/80 auf 1500 m gegen Geschütze hinter einer Batteriebrustwehr mit horizontaler Krone, einer Brustwehrhöhe von 1,4 m, einer Kronenstärke von 7 m und einer Anlage der vorderen Böschung von 2 m gefeuert werden, so erscheinen, da der Fallwinkel 3^{12} beträgt, alle Schüsse, welche im Horizont + 21 liegen, als Kretentreffer, die Schüsse + 22 und darüber als Weitschüsse im Terrain, die Schüsse + 14 bis einschließlich + 20 als Kronentreffer, die Schüsse — 9 bis einschließlich + 13 als Böschungstreffer, die Schüsse — 10 und darunter als Kurzschüsse im Terrain; diese Rechnung wird vor Beginn der Uebung ausgeführt und das Resultat oberhalb der von dem Avancirten am Ziel zu führenden Schußliste eingetragen; auch kann zur Markirung eines jeden Typus von Aufschlägen je eine Rotte bestimmt werden, derart, daß z. B. eine Rotte an der vorderen Böschung aufgestellt wird und dort alle Schüsse, welche der Avancirte — 9 bis einschließlich + 13 angiebt, markirt.

Wenn Ziele beschossen werden sollen, welche mehrere hintereinander liegende Böschungen aufweisen (Festungswerke), so dienen zur Bestimmung des Aufschlagortes aus dem Bodenbilde die zur graphischen Darstellung der Endflugbahnen benutzten Hülfsmittel; jedoch sind die Zielunterlagen auf Pappdeckel zu ziehen und auch die Fallwinkel, statt auf eine Folie zu zeichnen, aus Karton zu schneiden, oder kleine Holzrahmen mit einem entsprechend gespannten Fadenkreuz zu benutzen.

Schwierigkeiten wird dieses Verfahren um so weniger bieten,

je mehr die graphiſche Darſtellung der Endflugbahnen als Unterrichtsmittel bereits Anwendung gefunden hat.

Auch hier laſſen ſich die Aufſchläge in beſtimmte Typen, z. B. Glacis-, Escarpen-, Kronen-, Kreten-, Wallgang-, Traverſentreffer, trennen und wird es meiſt nur bei Glacis- und Escarpentreffern wegen der großen ſichtbaren Flächen nöthig ſein, Längen- reſp. Höhenunterſchiede zu markiren.

Bei Durchführung aller dieſer Aufgaben wird ſich für Beſprechung und Beurtheilung des Schießverfahrens genau dieſelbe Grundlage gewinnen laſſen, wie beim wirklichen Schießen; außerdem ergiebt ſich ein beſtimmter Anhalt für die Beurtheilung der Leiſtungsfähigkeit des Beobachtungsperſonals und es bietet ſich Gelegenheit, die Aufnahme am Ziel und die Anfertigung der Schießliſten praktiſch zu üben.

Ferner bietet das beſprochene Verfahren die Möglichkeit, bei Feſtungsmanövern ꝛc. die Artilleriewirkung mit großer Treue darzuſtellen und damit die beim Feſtungskriegsſpiel ſo häufig auftretenden Fragen, ob und mit welchem Erfolg an einem beſtimmten Aufſtellungsort Geſchütze werden wirken können, ſowie mit welchem Munitions- und Zeitaufwand beſtimmte Schießaufgaben durchführbar ſind, der praktiſchen Löſung näher zu bringen, als bisher; ſo weit natürlich nur, als dieſe Fragen ſich auf die eigenen Feſtungen und deren Vorterrain beziehen.

Zu dieſem Zwecke ſind beim Angreifer wie beim Vertheidiger die Armirung und Beſetzung der Geſchützaufſtellungen in der früher beſprochenen Weiſe durchzuführen reſp. zu markiren; desgleichen das Feuer der Geſchütze und die Geſchoßaufſchläge.

Hierbei iſt jedoch die Vorſicht zu gebrauchen, wenn die die feindlichen Geſchoßaufſchläge markirenden Mannſchaften in der Nähe der Batterie thätig ſind, das Geſchützfeuer auch in den wirklich armirten Batterien nicht durch Manöverkartuſchen, ſondern durch Kanonenſchläge zu markiren; auf beiden Seiten fungirende Schiedsrichter werden aus der Lage der feindlichen Geſchoßaufſchläge ſichere Schlüſſe für ihre Entſcheidungen ziehen können.

Selbſtverſtändlich wird der Darſtellung verwickelterer Verhältniſſe diejenige einfacherer vorausgehen müſſen; dieſe einfacheren Uebungen haben jedoch nicht nur einen vorbereitenden, ſondern auch einen Selbſtzweck, den nämlich, daß die Truppe die Schwierigkeiten der Beobachtung und Bedienung im feindlichen Feuer

ennen und überwinden lernt. Es lassen sich auf diesem Wege berhaupt wichtige Aufschlüsse über die zum großen Theil noch ffene Frage der Schießtaktik der Fußartillerie gewinnen.

Schließlich soll noch die Durchführung der bereits mehrfach wähnten Schießaufgabe als Beispiel angefügt werden.

Eine mit 4 Geschützen armirte feindliche Batterie soll aus schweren 12cm Kanonen mit Langgranaten C/80 beschossen und e planmäßige Demontirung versucht werden; Entfernung 1500 m; s Feuer der eigenen wie der feindlichen Geschütze wird nicht arkirt.

Der Leitende befiehlt vor Beginn der Uebung dem an das iel kommandirten Avancirten Folgendes:

der mittlere Treffpunkt des ersten Schusses liegt — 60 m, 2 m rechts,

das 2. Geschütz hat eine konstante (individuelle) Längenabweichung von + 10 m,

das 3. Geschütz hat eine konstante Seitenabweichung nach rechts von 0,6 m,

das 4. Geschütz hat eine konstante Längenabweichung von — 10 m.

Die Geschützaufstellung befindet sich im Exerzirbastion, t kriegsmäßig armirt und besetzt.

Der Batteriekommandeur giebt dem an das Ziel kommandirten vancirten gemäß Schießplan an, daß das Einschießen gegen die nere Brustwehrkrete und gegen das 2. feindliche Geschütz ttfindet.

Die Beobachtung der Seitenrichtung geschieht mittelst Lattenstrument.

Die telegraphische Verbindung mit dem Ziel ist durch elephon hergestellt.

Das Ziel ist auf einer Entfernung von 1500 m im Vorrain durch ein Phantom dargestellt.

Hierzu sind erforderlich an Materialien und Schanzzeug:

44 Bretter à 6 m lang, 0,3 m breit, 0,02 m stark; hiervon sind 40 Stück, zur Herstellung der vorderen Böschung bestimmt, auf 2 m von jedem Ende mit aus Latten gebildeten Knaggen versehen behufs Aufkämmens auf die Rahmen; zur Verhinderung des Herabrutschens sind Faschinenpfähle vorgeschlagen.

8 Bretter à 4,5 m lang, 0,3 m breit, 0,02 m stark; dieſelben, ſowie der Reſt der 4 m langen Bretter dienen zur Herſtellung des oberen Theiles der Bruſt; ſie ſind an den Enden, der hinteren Weite einer Muldenſcharte entſprechend, ausgeſchnitten und werden mittelſt je 6 Drahtſtiften am oberen Ende von Faſchinenbankpfählen befeſtigt.

10 Rahmen aus Brettern zur Unterſtützung der vorderen Bruſtwehrböſchung.

40 Faſchinenpfähle zum Befeſtigen der Rahmen.

12 Faſchinenbankpfähle und

80 Drahtſtifte zur Herſtellung des oberen Theiles der Bruſt.

4 Batterieſchlägel.

1 Hammer.

1 Zange.

Das Aufſchlagen des Zieles geſchieht durch die zum Abbrennen der Kanonenſchläge kommandirten Leute.

Auf dem linken Flügel des Zieles ſind in der Mitte der vorderen Böſchung, der Mitte der Krone und an der inneren Krete Gabeln für die Ankerſchnüre gebildet; vor dem Ziel eine Gabel auf — 10 m, um Terraintreffer dicht vor der Bruſtwehr markiren zu können; ferner je eine Gabel 25, 50, 75 und 100 m vor und hinter dem Ziel.

Die Abſtände der Gabeln im Terrain betragen immer eine ungerade Anzahl von Metern; es kann alſo beim Abrunden der Längenabweichungen kein Zweifel entſtehen, nach welcher Seite abgerundet werden ſoll.

Zum Markiren der Geſchoßaufſchläge ſind erforderlich:

4 Faſchinenbankpfähle,
2 Lattenſtücke, 0,3 m lang,
20 Drahtſtifte,
2 Drahtanker, 2,0 m lang,
2 Faſchinenpfähle,
} zur Heſtellung der Gabeln in der Mitte der Krone und an der inneren Krete,

20 Faſchinenpfähle zur Herſtellung der übrigen Gabeln,

4 Ankerſchnüre, 25 m lang,

4 Ankerpflöcke, 0,3 m lang,

4 Abziehſchnüre, 10 m lang,

80 Kanonenſchläge mit angebundenen Schlagröhren;

ſchließlich je nach Witterung

1 tragbares Schutzdach, wie auf dem Schießstande für den Gewehrunteroffizier gebräuchlich;

ier sind erforderlich an Mannschaften 4 Rotten und zwar:

1 Rotte für Markirung
der Aufschläge 10, 25, 50, 75 und 100 m vor dem Ziel,

1 Rotte für Markirung
der Aufschläge
an der vorderen Böschung (— 9 incl. + 13),

1 Rotte für Markirung
der Aufschläge auf der
Krone und in der Krete (+ 14 incl. + 20 und + 21),

1 Rotte für Markirung
der Aufschläge 25, 50, 75, 100 m hinter dem Ziel.

Der Avancirte am Ziel hat vor Beginn der Uebung in seine hußliste (siehe am Schlusse dieses Artikels) schon eingetragen:

1) die schußtafelmäßigen Angaben über Verlegung des Treffpunktes;
2) die Grenzen, innerhalb welcher Schüsse des Bodenbildes im Ziel erscheinen;
3) die Angaben von so viel Täfelchen über die Längen- und die Breitenstreuung des Geschützes als Schüsse markirt werden sollen;
4) die Angaben über individuelle Abweichungen einzelner Geschütze.

Die Telegramme zwischen Batterie und Ziel sind folgende:

B. nach Z. 2 Grad 12!
Z. = B. 2 Grad 12!
Fertig!
B. = Z. Vom rechten Flügel langsames Feuer!
1. Geschütz — Feuer!
3 Grad!
Z. = B. 3 Grad!
Fertig!
B. = Z. 2. Geschütz — Feuer!
2 Grad 14!
Z. = B. 2 Grad 14!
Fertig!

B. nach Z. 3. Geſchütz — Feuer!
3. Geſchütz 2 Grad 15!
Z. = B. 3. Geſchütz 2 Grad 15!
Fertig!
B = Z. 4. Geſchütz — Feuer!
4. Geſchütz 2 Grad 15!

u. ſ. w.

Der Avancirte am Ziel giebt das Avertiſſement: „Fertig!“ ſobald der betreffende Kanonenſchlag gelegt iſt; demnächſt läßt er den Kanonenſchlag abbrennen, ſobald von der Batterie das Kommando: „Feuer!“ erfolgt; tritt ein Verſager ein, ſo wird der Schuß als Blindgänger behandelt.

Ein Blick auf die Schußliſte zeigt, wie die natürliche Streuung und die individuellen balliſtiſchen Eigenthümlichkeiten der Geſchütze, die Folgen der falſchen reſp. mangelhaften Beobachtungen (Schuß Nr. 6, 11, 15 reſp. 46, 50, 54), die Folgen inkorrekten Verfahrens, ſowie zum Theil auch der Einfluß von Unregelmäßigkeiten in der Bedienung (Schuß Nr. 24, 28, 32, 36, 40) zur berechtigten Geltung kommen, daß alſo das in Rede ſtehende Verfahren thatſächlich die Möglichkeit bietet, ein dem Verlaufe des wirklichen Schießens in den weſentlichſten Zügen getreues Bild zu ſchaffen.

Bemerkungen zur Schußliſte.

Bei Schuß Nr. 24 war $2^{15\frac{1}{2}}$ kommandirt, jedoch wurde fehlerhafterweiſe $2^{14\frac{1}{2}}$ genommen und dieſer Richtfehler erſt nach Schuß Nr. 40 korrigirt. Nach dem 56. Schuſſe hat ein Verlegen des Treffpunktes ſtattgefunden und zwar des Feuers vom 1. Zug auf das feindliche 3., vom 2. Zug auf das feindliche 1. Geſchütz.

In den Rubriken 4 und 8 ſind zwiſchen den Zeilen Zahlen eingeſchrieben, welche in Wirklichkeit in der Schußliſte nicht Aufnahme finden, hier jedoch für das beſſere Verſtändniß nöthig ſind; die linksſtehende Ziffer giebt das Beobachtungsreſultat, die rechtsſtehende den Ort an, wo der Aufſchlag markirt wurde. Die falſchen Beobachtungen ſind unterſtrichen.

Die Schußliſte wird am beſten auf Karton gezogen; die Abſtände der einzelnen Zeilen ſind ſo weit zu bemeſſen, daß Durchſtreichungen und Ueberſchreibungen bequem ausgeführt werden können.

üsse

"

"

stan

"

Längenabweichung

(−)

−

(+)

+

(+)

+

HYDROGRAPHISCHES AMT
S.M. KRIEGSMARINE

Kleine Mittheilungen.

12.

Zur Erfindung des Pulvers und der ältesten Geschützfabrikation in Deutschland.

Die Wissenschaftsbenennung „Chemie", wofür man früher „Alchemie" oder „Alchymie" sagte, wird aus dem Arabischen abgeleitet. Dieser Sprache gehört ohne Zweifel die erste Silbe, der Artikel al; dagegen dürfte das Hauptwort von den Arabern, als sie Egypten erobert hatten, dessen Sprache entnommen sein. Im Dialekte von Memphis — dem gegenüber die Eroberer die Stadt Fostat, das heutige Kairo, gründeten — war „Chemi" der üblichste Name des Landes, und die Erklärung (die der als Egyptologe wie als Romanschriftsteller berühmte Ebers giebt) hat viel Ansprechendes, daß die arabische Bezeichnung „Alchemie" einfach „die egyptische Kunst" bedeute. Uebrigens heißt „chemi" im Koptischen „schwarz", und so erklärt sich ferner, warum man die Chemie „die schwarze Kunst", die Chemiker „Schwarzkünstler" genannt hat.

Der Franziskanermönch Berthold Schwarz, der bekanntlich lange Zeit für den Erfinder des Schießpulvers gegolten hat, soll eigentlich Konstantin Ancklitzen geheißen, aber den Klosternamen Berthold erhalten haben. Das „Schwarz" hat sich dann vielleicht als ein Spitzname hinzugefunden, weil er ein Schwarzkünstler gewesen ist. Die alten Chronisten lassen ihn in Freiburg im Breisgau geboren sein; darüber, wo er seine Erfindung gemacht habe, lauten die Nachrichten verschieden; es werden Mainz, Nürnberg, Köln, Goslar genannt. Es ist möglich, daß die Persönlichkeit „Berthold Schwarz" gänzlich erfunden ist, wahrscheinlicher aber, daß irgend ein deutscher Mönch in der That

die Kriegsbrauchbarkeit eines gewiſſen Miſchſtoffes erkannt oder geſteigert hat, der an ſich ſchon längere Zeit bekannt geweſen war.

Man geſteht jetzt ziemlich allgemein der uralten chineſiſchen Kultur auch das Verdienſt der Pulvererfindung zu, die ſich dann langſam durch Aſien bis zu den Arabern verbreitet habe und mit dieſen nach Europa gelangt ſei.

Scheinbar eine zweite, der chineſiſchen widerſprechende Ableitung des Schießpulvers iſt die aus dem griechiſchen Feuer. Dieſes läßt ſich mit Sicherheit literariſch bis etwa zum Jahre 670 unſerer Zeitrechnung verfolgen. Kallinikus aus Heliopolis ſoll es damals erfunden oder doch in Griechenland bekannt gemacht haben. Heliopolis (oder Baalbek; beide Namen bedeuten „Stadt des Sonnengottes") liegt am Fuße des Antilibanon, im alten Cöleſyrien. Das „griechiſche Feuer" erhielt ſein Beiwort wahrſcheinlich nur deshalb, weil es von Griechenland aus bekannt geworden iſt; es iſt dorthin aller Wahrſcheinlichkeit nach aus Syrien übertragen, und die weitere Zurückführung auf China hat nichts Gezwungenes und Unglaubliches.

Als Beſtandtheile des griechiſchen Feuers laſſen ſich den gegebenen Beſchreibungen nach vermuthen: Salpeter, Schwefel und Brennſtoffe, z. B. Pech und Harz und brennbare Oele als Knetflüſſigkeit. Nach dem Anzünden ſoll ſich zunächſt dicker Rauch entwickelt haben und dann nach einer lauten Detonation die Flamme hervorgebrochen ſein, die ſo intenſiv geweſen, daß ſie auch unter Waſſer fortbrannte.

Dieſe Schilderung iſt unverkennbar die eines kräftigen Brandſatzes; daß darin auch die Elemente des Exploſiv- oder Sprengſtoffes enthalten waren, hat man nicht ſofort gemerkt. Ob es in China geſchehen, weiß man nicht; in Europa hat es noch 600 bis 700 Jahre gedauert. Das griechiſche Feuer ſollte nichts Anderes, als in Brand ſetzen. Daß es auch eine merkliche Gasexpanſion zur Folge gehabt hat, kann man daraus ſchließen, daß es einen Knall gab. Die exploſive Nebenwirkung mag aber nicht auffällig genug geweſen ſein, oder man hat ſie nicht beachtet.

Irgend Einer, mag er nun Berthold Schwarz oder ſonſt wie geheißen haben, wird (zufällig oder abſichtlich) auf die Sprengwirkung des griechiſchen Feuers und auf ein von dem bisher üblichen abweichendes Miſchungsverhältniß verfallen ſein, auf den Rollentauſch zwiſchen Brennkraft und Sprengkraft. Wenn

es richtig ist, daß Salpeter und Schwefel dem griechischen Feuer bereits angehörten, so blieb ja nur noch übrig, die bisherigen Brennstoffe durch die Kohle zu ersetzen und auf ein passendes Mischungsverhältniß zu kommen.

In der Erkenntniß und Verwerthung der Spreng- und Triebkraft liegt etwas so entschieden Epochemachendes, daß es vollkommen gerechtfertigt ist, von Erfindung des Schießpulvers zu sprechen und dieselbe nicht mit der Erfindung des griechischen Feuers zu identificiren. Die Erfindung des Schießpulvers in der eben erläuterten Bedeutung scheint wenig über die Mitte des 14. Jahrhunderts zurückzureichen.

Als die Erfindung noch dem Berthold Schwarz zugeschrieben wurde, nannte man das Jahr 1330.

An den allbekannten und jetzt bezweifelten Berthold Schwarz knüpfen wir einen wenig bekannten andern Namen.

Clemens Jäger, ein gelehrter Mann, schrieb um die Mitte des 16. Jahrhunderts eine Chronik von Augsburg. Darin führt er an: ein Jude Typfiles habe im Jahre 1353 in Augsburg das Pulver erfunden.

Der Name Typfiles klingt griechisch; es wäre also an einen Juden aus dem byzantinischen Reiche zu denken. Einem solchen ist genaue Bekanntschaft mit dem griechischen Feuer zuzutrauen, und es hat nichts innerlich Unwahrscheinliches, daß auch in Augsburg das Schießpulver erfunden worden ist.

Wir schreiben absichtlich „auch in Augsburg" und wollen damit zu verstehen geben, daß wir nahezu gleichzeitige von einander unabhängige Erfindungen für nicht unwahrscheinlich halten.

Die Priorität der Erfindung macht dem Juden Typfiles nicht nur der historisch unsichere Berthold Schwarz streitig, sondern auch eine Angabe in der spanischen Chronik Villasans. Hiernach scheinen die Mauren schon 1342 bei der Vertheidigung von Algesiras Pulvergeschütze gehabt zu haben. Der Chronist nennt den neuen Apparat: ballesta a trueno, d. h. ein Werfzeug, welches ein donnerähnliches Geräusch hervorbringt. Die lateinisch schreibenden späteren Chronisten fanden natürlich im Wortschatze der römischen Schriftsteller keinen Ausdruck für die damals noch nicht erfundene Kriegswaffe. Aus den Wörtern bombus (griechisch βόμβος) und bombitare, die zunächst auf das Summen der Bienen und Wespen, dann aber auch auf das Geräusch beim

je mehr die graphiſche Darſtellung der Endflugbahnen als Unterrichtsmittel bereits Anwendung gefunden hat.

Auch hier laſſen ſich die Aufſchläge in beſtimmte Typen, z. B. Glacis-, Escarpen-, Kronen-, Kreten-, Wallgang-, Traverſentreffer, trennen und wird es meiſt nur bei Glacis- und Escarpentreffern wegen der großen ſichtbaren Flächen nöthig ſein, Längen- reſp. Höhenunterſchiede zu markiren.

Bei Durchführung aller dieſer Aufgaben wird ſich für Beſprechung und Beurtheilung des Schießverfahrens genau dieſelbe Grundlage gewinnen laſſen, wie beim wirklichen Schießen; außerdem ergiebt ſich ein beſtimmter Anhalt für die Beurtheilung der Leiſtungsfähigkeit des Beobachtungsperſonals und es bietet ſich Gelegenheit, die Aufnahme am Ziel und die Anfertigung der Schießliſten praktiſch zu üben.

Ferner bietet das beſprochene Verfahren die Möglichkeit, bei Feſtungsmanövern ꝛc. die Artilleriewirkung mit großer Treue darzuſtellen und damit die beim Feſtungskriegsſpiel ſo häufig auftretenden Fragen, ob und mit welchem Erfolg an einem beſtimmten Aufſtellungsort Geſchütze werden wirken können, ſowie mit welchem Munitions- und Zeitaufwand beſtimmte Schießaufgaben durchführbar ſind, der praktiſchen Löſung näher zu bringen, als bisher; ſo weit natürlich nur, als dieſe Fragen ſich auf die eigenen Feſtungen und deren Vorterrain beziehen.

Zu dieſem Zwecke ſind beim Angreifer wie beim Vertheidiger die Armirung und Beſetzung der Geſchützaufſtellungen in der früher beſprochenen Weiſe durchzuführen reſp. zu markiren; desgleichen das Feuer der Geſchütze und die Geſchoßaufſchläge.

Hierbei iſt jedoch die Vorſicht zu gebrauchen, wenn die die feindlichen Geſchoßaufſchläge markirenden Mannſchaften in der Nähe der Batterie thätig ſind, das Geſchützfeuer auch in den wirklich armirten Batterien nicht durch Manöverkartuſchen, ſondern durch Kanonenſchläge zu markiren; auf beiden Seiten fungirende Schiedsrichter werden aus der Lage der feindlichen Geſchoßaufſchläge ſichere Schlüſſe für ihre Entſcheidungen ziehen können.

Selbſtverſtändlich wird der Darſtellung verwickelterer Verhältniſſe diejenige einfacherer vorausgehen müſſen; dieſe einfacheren Uebungen haben jedoch nicht nur einen vorbereitenden, ſondern auch einen Selbſtzweck, den nämlich, daß die Truppe die Schwierigkeiten der Beobachtung und Bedienung im feindlichen Feuer

kennen und überwinden lernt. Es lassen sich auf diesem Wege überhaupt wichtige Aufschlüsse über die zum großen Theil noch offene Frage der Schießtaktik der Fußartillerie gewinnen.

Schließlich soll noch die Durchführung der bereits mehrfach erwähnten Schießaufgabe als Beispiel angefügt werden.

Eine mit 4 Geschützen armirte feindliche Batterie soll aus 4 schweren 12cm Kanonen mit Langgranaten C/80 beschossen und die planmäßige Demontirung versucht werden; Entfernung 1500 m; das Feuer der eigenen wie der feindlichen Geschütze wird nicht markirt.

Der Leitende befiehlt vor Beginn der Uebung dem an das Ziel kommandirten Avancirten Folgendes:

der mittlere Treffpunkt des ersten Schusses liegt — 60 m, 2 m rechts,

das 2. Geschütz hat eine konstante (individuelle) Längenabweichung von + 10 m,

das 3. Geschütz hat eine konstante Seitenabweichung nach rechts von 0,6 m,

das 4. Geschütz hat eine konstante Längenabweichung von — 10 m.

Die Geschützaufstellung befindet sich im Exerzirbastion, ist kriegsmäßig armirt und besetzt.

Der Batteriekommandeur giebt dem an das Ziel kommandirten Avancirten gemäß Schießplan an, daß das Einschießen gegen die innere Brustwehrkrete und gegen das 2. feindliche Geschütz stattfindet.

Die Beobachtung der Seitenrichtung geschieht mittelst Lateninstrument.

Die telegraphische Verbindung mit dem Ziel ist durch Telephon hergestellt.

Das Ziel ist auf einer Entfernung von 1500 m im Vorterrain durch ein Phantom dargestellt.

Hierzu sind erforderlich an Materialien und Schanzzeug:

44 Bretter à 6 m lang, 0,3 m breit, 0,02 m stark; hiervon sind 40 Stück, zur Herstellung der vorderen Böschung bestimmt, auf 2 m von jedem Ende mit aus Latten gebildeten Knaggen versehen behufs Aufkämmens auf die Rahmen; zur Verhinderung des Herabrutschens sind Faschinenpfähle vorgeschlagen.

Wenn die bezeichnete Wasserbewältigung nicht ausführbar ist, bleibt noch die Unterwasserarbeit in Taucheranzügen (Skaphandern) möglich. Die Taucher verlangen aber — mit Recht — einen hohen Lohn; außerdem können sie in ihrer unbehilflichen Kleidung nicht dauernd kräftig arbeiten und endlich ist meistens in diesem Falle das Wasser so trübe, daß die Taucher nicht sehen, was sie machen. Die vorstehend bezeichneten Schwierigkeiten beider Methoden, des Wasserschöpfens wie der Taucherarbeit, wachsen mit der Tiefe in so schnell gesteigerter Progression, daß die Grenze des praktisch Möglichen bald erreicht ist. Aufgaben, die darüber hinausgehen, mußte man daher früher ungelöst lassen. Dies ist ein Hauptgrund, warum früher große Ströme keine Brücken mit festen Mittelstützen erhalten konnten, der Verkehr sich mit Schiffbrücken begnügen mußte. Das konnten nun aber die Eisenbahnen nicht. Das Bedürfniß fester Stromüberbrückung für Eisenbahnen hat zu der eben so kühnen wie geistreichen Erfindung der pneumatischen Gründung geführt. Man setzte den zu senkenden Brückenpfeiler nicht wie bisher auf einen scharfen Ring, sondern auf eine Taucherglocke. Diese ersetzte für die auf der Sohle den Boden Fortnehmenden gleichsam den Taucheranzug des Einzelnen. In diese Glocke (Luftkammer, Arbeitsraum, caisson) wird von außen (dem oberhalb befindlichen Gerüst) soviel Luft eingepumpt, als erforderlich ist, um das Eindringen des Wassers zu verhindern; der pneumatische Druck von innen muß stärker sein als der hydrostatische von außen. Der Druck der Atmosphäre entspricht im Mittel einer Wassersäule von 10,308 m. Will man also rund 10 m unter der Oberfläche eines Flusses den Arbeitsraum trocken haben, so muß die Luft in demselben unter 2 Atmosphären Druck stehen; mit 3 Atmosphären Druck würde man noch 20 m unter dem Spiegel des umgebenden Wassers den Arbeitsraum wasserfrei halten.

Es ist eine starke Zumuthung für die Constitution des Menschen das Athmen unter dem Zwei- bis Dreifachen des gewohnten Luftdrucks; daß sich aber überall Leute finden, die es vertragen, bewies ja die altbekannte Taucherglocke.

Da bei der pneumatischen Senkfundirung die Glocke zugleich die Grundlage des Pfeilers bildet, also das bis zur Vollendung des Senkens immer größer werdende Gewicht des Baukörpers zu

tragen hat, so bedarf der glockenförmig gestaltete Arbeitsraum sehr solider Construction, ungefähr derselben, wie ein eisernes Schiff.

Bei der ganzen Natur dieses eigenartigen Bauwerkes ist Erhellung von außen unmöglich. Dabei macht die Natur der Arbeit des Bodenfortnehmens behufs gleichmäßigen Sinkens gute Beleuchtung jedes beliebigen Punktes erforderlich.

Bisher hat man sich der Stearinkerzen bedient; aber auch dieses verhältnißmäßig beste Beleuchtungsmaterial steigert durch den Verbrennungsprozeß die durch den Athmungsprozeß der Arbeiter erzeugten Schwierigkeiten. Selbstverständlich würde dasselbe Luftquantum durch Brennen und Athmen in sehr kurzer Zeit für die Arbeiter bis zur Lebensgefährlichkeit verdorben, d. h. an Sauerstoff zu arm, an Stickstoff, Kohlensäure und Kohlenoxydgas zu reich geworden sein. Es muß also auch der Arbeitsraum oder die Glocke der pneumatischen Gründung ventilirt werden. Dieser Vorgang ist bei dem nothwendigen Verdichtungszustande schwieriger zu leiten als in Räumen, die einfach mit der Atmosphäre in Verbindung stehen.

Deshalb ist es augenscheinlich ein Vortheil, statt Sauerstoff verzehrender und Verbrennungsprodukte abgebender Stearinkerzen sich des elektrischen Glühlichtes zu bedienen.

Diese Beleuchtungsweise wird augenblicklich bei dem Bau einer Uferschälmauer in Antwerpen angewendet.

Bei Brückenpfeilern von nicht sehr bedeutender Länge hat man oft eine einzige in sich zusammenhängende Glocke verwendet, die durch Zwischenwände verspreizt und in mehrere (3 bis 5) Luftkammern getheilt war; in anderen Fällen hat man jede Luftkammer selbstständig hergestellt und demgemäß zunächst einzelne, von einander unabhängige Pfeiler abgesenkt, die nachmals, wenn das Senken vollendet ist, dicht über oder unter dem tiefsten Wasserstande durch Platten oder Bogen untereinander in Zusammenhang gebracht wurden. Bei längeren Schälmauern läßt sich nur die zweitgenannte Methode des pfeilerweise Absenkens anwenden.

Bei der Antwerpener Uferschälung sind jederzeit drei solcher Pfeiler in der Ausführung begriffen und während derselben durchaus unabhängig von einander; nur hält man darauf, daß das Senken auf den drei Posten möglichst Schritt miteinander hält.

Die einzelnen Glocken haben die bedeutenden Dimensionen von 20 m Länge und 9 m Breite; die lichte Höhe des Arbeitsraumes läßt man nicht unter 1,9 m (Mannshöhe) sinken; der untere Rand steckt gewöhnlich 0,6 m und mehr im Boden. In jeder Glocke arbeiten 20 Mann, und die Luftverdichtung wächst bis zu 3 Atmosphären. Man brannte anfänglich Kerzen, empfand aber von dem Rauche derselben große Beschwerden. Das elektrische Licht brachte man anfänglich in der Form des Kohlenspitzen- oder Bogenlichtes an. Dabei stellte sich heraus, daß die starken Schatten, welche die Arbeiter selbst warfen, die Arbeit erschwerten. Jetzt werden in jeder Glocke 8 bis 10 Swansche Glühlichtlampen gebraucht, die innerhalb des Arbeitsraumes an jede beliebige Stelle getragen werden können. Durch ein Gitter von Bronzedraht ist jede Lampe gegen Beschädigung durch die Spaten und Hacken der Arbeiter geschützt.

Für die drei gleichzeitig in Arbeit stehenden Glocken wird der Strom durch zwei Secundärbatterien von je 20 Faureschen Accumulatoren gebildet. Deren Ladung erfolgt täglich auf dem Lande durch eine Dynamomaschine.

Die Arbeit geht in Schichten Tag und Nacht fort; die Außenposten werden bei Nacht gleichfalls elektrisch erleuchtet.

Literatur.

18.

La Télégraphie optique. Par Rodolphe van Wetter, sous-lieutenant d'Artillerie de l'armée belge. Anvers, 1883.

Je größer die Heere, je ausgedehnter die Räume werden, auf denen sich zahlreiche, große und kleine Abtheilungen bewegen, die zu einer bestimmten Kriegshandlung zusammenwirken sollen, desto mehr macht sich das Bedürfniß geltend, schnell und sicher Nachrichten in die Ferne senden zu können, das Bedürfniß des Telegraphirens.

In der ersten Freude über die gelungene Verwerthung des elektrischen Stromes glaubte man in der elektrischen Feldtelegraphie das non plus ultra gefunden zu haben, und alle Bemühungen vereinigten sich auf die Vervollkommnung der diesbezüglichen Einrichtungen. Die Erfahrung zeigte bald, daß die schwache Seite dieses in allen anderen Stücken unübertrefflichen Verständigungsmittels, die materielle Verbindung durch den Leitungsdraht, die Kriegsbrauchbarkeit in den zahlreichen Fällen ausschließt, wo sich dauernd oder vorübergehend der Feind zwischen die Sprechenden einschalten kann. Man kam daher nothgedrungen auf die uralte Benutzung von Ohr und Auge als diejenigen Sinnesorgane des Menschen zurück, die seinem Wahrnehmungsvermögen einen größeren Wirkungsbereich erschließen.

Die hörbaren Verständigungsmittel haben ihren großen Werth: der Ruf, die Pfeife, das Signalhorn und die Trompete, das Geschütz und Kleingewehr werden ja bekanntlich ausgiebig benutzt. Ungleich weiter als die Schallwellen tragen die Lichtwellen, daher ist die optische Telegraphie der akustischen Fernverständigung bedeutend überlegen. In den optischen Linsen und

deren Combination zu Fernröhren liegt ein wesentliches Verstärkungsmittel sowohl für die Abgabe wie für die Aufnahme der verständigenden Zeichen.

Diese Zeichen können nur in Lichtreizen für das empfangende Auge bestehen; je stärker der Reiz, desto größer die Tragweite. Den stärksten gewährt die Sonne. Die „Heliographie" beruht auf dem in seiner Grundlage sehr einfachen physikalischen Vorgange, daß der Zeichengebende mit einem Spiegel einen Sonnenreflex nach dem Standpunkte des Empfangenden leitet.

Das Verdienst der Erfindung gebührt dem Göttinger Professor, Mathematiker und Astronomen Karl Friedr. Gauß. Als dieser im Auftrage der hannoverschen Regierung (vor beiläufig 50 Jahren) die dänische Gradmessung fortsetzte, ersann er das von ihm „Heliotrop" genannte Instrument, durch welches er, behufs seiner Triangulirungsarbeiten, entfernte Stationen, z. B. den Inselberg des Thüringer Waldes mit dem Brocken (gegen 15 geographische Meilen, 111 km), in Verbindung brachte.

Der Heliotrop ist seitdem vielfach als trigonometrisches Signal benutzt worden. Es lag nahe, den Apparat auch zum Telegraphiren zu verwenden, indem man aus kurzen Lichtblitzen und anhaltendem Scheinen ein Alphabet nach dem Prinzip des Morseschen zusammensetzte.

Eine praktische Schwierigkeit folgt aus der stetigen Aenderung des Sonnenstandes, welcher der Spiegel folgen muß. Man erreicht dies durch ein Uhrwerk, kommt aber dadurch auf complicirte und verletzbare Instrumente, die sich für häufigen Ortswechsel, Transport auf schlechten Wegen u. s. w., also für den Feldgebrauch, wenig eignen. Man hat daher statt der stetigen automatischen periodische (alle 2, 5, 10 Minuten) Stellung aus freier Hand vorgezogen.

Handliche und brauchbare Heliographen sind von Leseurre und von Mance konstruirt und namentlich die des letztgenannten Konstrukteurs schon mehrfach in ernsten Kriegsgebrauch genommen worden.

Auf die Sonne ist leider wenig Verlaß, namentlich in unserm Himmelsstrich.

In Afghanistan und Südafrika sind die Engländer, in Turkestan die Russen mit den Leistungen des Heliographen sehr zufrieden gewesen.

Unter den günstigsten klimatischen Verhältnissen bleibt aber immer der Uebelstand, daß Sonne und Mond (auch diesen haben die Russen benutzt) nicht immer am Himmel stehen.

Daß man in unseren Tagen an die Benutzung des elektrischen Lichtes gedacht hat, ist selbstverständlich. Indessen sind einstweilen die fahrbaren Lichtmaschinen doch noch immer zu schwerfällig und zu theuer, als daß man sie für den Feldgebrauch in so großer Zahl beschaffen und überall dahin mit sich führen könnte, wo man das Bedürfniß der Fernverständigung empfindet.

Die Petroleumlampe, die ja vielfach für Seelichter das Rüböl verdrängt hat und dem elektrischen Lichte noch nicht weichen will, hat sich auch in der optischen Feldtelegraphie Geltung verschafft.

Der französische Genie-Oberst Mangin, berühmt geworden durch seinen sogenannten aplanatischen Spiegel, der bei verhältnißmäßig leichter und daher billiger Herstellung die sehr kostspieligen, in Metall undauerhaften, in Glas unherstellbaren paraboloischen Spiegel ersetzt — hat einen soliden optischen Festungs- und einen leichten und leicht transportabeln optischen Feldtelegraphen konstruirt, der für alle Fälle eingerichtet ist: wenn es Tageszeit und Atmosphäre gestatten, bedient man sich der Sonne, wenn nicht, einer Petroleumlampe mit Reflektor und Linse.

Eine besondere Lichtquelle hat Mercadier in der Zuführung von Sauerstoff zu einer gewöhnlichen Lampenflamme ersonnen. Der Sauerstoff wird in kupfernen Behältern mitgeführt, die bei 8 kg Gewicht 200 l unter 20 Atmosphären Druck enthalten. Jede Sauerstoffzufuhr läßt die für gewöhnlich kleine Flamme intensiv aufleuchten; ein Hahn regelt Zulassung und Absperrung des Sauerstoffs; man kann also bequem kürzere und längere Lichteffekte kombiniren.

Wir haben vorstehend einen Theil des Inhaltes der angezeigten Schrift angedeutet. Obwohl von einigen Zeichnungen begleitet, behandelt sie ihren Gegenstand doch nicht so eingehend, daß man die beschriebenen Apparate danach selbst konstruiren könnte, aber sie dient sehr gut zur Orientirung im Gebiete der optischen Telegraphie und ist daher zu empfehlen.

Der Verfasser beschäftigt sich auch mit dem Telegraphiren mittelst Flaggen, Scheiben, Armtelegraphen („sémaphores“, d. h. Zeichenträger), Laternen u. s. w.

Wir wollen noch des weniger bekannten Fernschreibers (télélogue) des Kapitän Gaumet gedenken. Das Hauptstück des Apparates ist ein Buch von angemessenem Format, welches, bei horizontaler Lage des Rückens aufgeklappt, je einen Buchstaben oder eine Ziffer zeigt, deren eine Hälfte auf der Rückseite des einen, die andere auf der Vorderseite des andern Blattes enthalten ist. Die Blätter bestehen aus matt-schwarzem Stoffe, die Zeichen sind silberfarbig. Das Buch ist so ausgestattet, daß es leicht und schnell nach Art einer Staffelei aufgestellt werden kann. Am Rande rechts (für den dahinter Stehenden oder Sitzenden) hat jedes Blatt einen vortretenden Lappen, auf dem das betreffende Zeichen wiederholt ist, so daß der Zeichengeber die Zeichen selbst nicht zu sehen braucht und sie leicht wechseln kann. Der Empfänger bedient sich eines eigens für diesen Zweck konstruirten Fernrohres.

Das kleinste „telegraphische Album", 0,45 m lang, 0,33 m breit (also bei aufgeklapptem Buche die Zeichen 0,65 m hoch) dient für Entfernungen bis 4 km; das Format 0,70/0,50 m bis 8 km; ersteres wiegt 2 kg, das zweite 8 kg.

Für den Nachtdienst ist eine Petroleumlampe vorgesehen, die vorwärts und etwas seitwärts aufgestellt, mittelst Reflektors das Buch erhellt.

Es ist ein größtes Format versucht worden, dessen Zeichen bei Tage auf 12 bei Nacht auf 16 km zu erkennen gewesen sind.

19.

Die Bein- und Hufleiden der Pferde, ihre Entstehung, Verhütung und arzneilose Heilung nebst einem Anhange über arzneilose Heilung von Druckschäden und Wunden. Von Spohr, Oberstlieutenant z. D. Berlin, Wilhelmi 1883. Preis Mark 2,—.

Der Verfasser ist grundsätzlicher Gegner der Anwendung aller Arzneien, in denen er nur dem natürlichen Stoffwechsel des Organismus ursprünglich fremde und feindliche Stoffe sieht. Die fast 30 Jahre alte von J. A. Rauße empfohlene Wasserkur ist im Prinzip von ihm angenommen und in praktischer Erprobung allmälig zu einer vollkommenen, alle Fälle umfassenden Pferde-Heilmethode ausgebildet worden.

Mit Wasser von 16 Grad Réaumur getränkte und — je nach dem zu behandelnden Krankheitsfalle — mehr oder weniger ausgerungene Leinwandbinden oder Decken, über welche dann wollene Schutzdecken oder Binden zu liegen kommen, bilden den Haupt-Heilapparat. Es wird dadurch ein „Dünstungsprozeß" hervorgerufen, der den natürlichen Stoffwechsel fördert, „auf welchem alle wirkliche Heilung beruht."

Die Bedeckung oder Umwickelung muß erneuert werden, sobald dieselbe nahezu oder ganz trocken geworden ist. In vielen Fällen ist vor Anbringung eines neuen Umschlages eine Abfrischung der Haut durch Waschung mit Wasser von 14 bis 15 Grad Réaumur, Trockenreiben, Frottiren und Massiren angezeigt. Zu dieser Behandlungsweise treten in vielen Fällen Reinwasser-Klystiere. Besondere Aufmerksamkeit wird endlich der Diät gewidmet.

Der Verfasser behandelt in dem vorliegenden Buche, wie aus dem Titel zu ersehen, nur äußere Leiden.

Die überwiegende Mehrzahl der Menschen glaubt einstweilen noch an die übliche Medicin und ihre Specifica, d. h. an die Geeignetheit gewisser natürlicher oder chemisch präparirter Stoffe, gewisse Krankheitserscheinungen zu beseitigen. Daß viele von diesen Stoffen in gewissen Quantitäten als Gifte wirken, ist bekannt; es ist daher für den praktischen Arzt neben der Diagnose, d. h. der Bestimmung der Krankheit, die Dosirung, d. h. die Bestimmung der Quantität, in welcher das Heilmittel dem erkrankten Organismus zugeführt werden soll, eine der Hauptkünste; in der Schwierigkeit der richtigen Dosirung liegt der Hauptgrund, der es für den Laien unräthlich macht, sich mit sogenannten populären Haus- und Selbstarztschriften einzulassen und selbst kuriren zu wollen.

Die Wasserheilmethoden wirthschaften nun zwar mit sehr wenigen und scheinbar einfachen Mitteln, aber ohne die Kunst des Dosirens können sie gleichwohl nicht bestehen, denn auch hier muß die rechte Mitte innegehalten, müssen die Extreme: Ueberhitzung und Erkältung vermieden werden.

Demgemäß giebt unser Autor die Modalitäten seiner Methode für jedes einzelne der mannigfaltigen Huf- und Beinleiden der Pferde, und man ersieht daraus, daß recht viel Umsicht, Geduld und Gewissenhaftigkeit erforderlich ist, um das denkbar einfachste Universalmittel, das Wasser, in allen Fällen passend zu appliciren.

Der Verfaſſer der in Rede ſtehenden Schrift hofft, das dieſelbe beachtet, daß ſeine Rathſchläge angewendet und daß ſie Nutzen ſtiften werden. Für dieſen Fall hat er ins Auge gefaßt, in einem zweiten Theile die Anwendung ſeiner Methode auf innere Krankheiten abzuhandeln.

Unſere Medizin verſchreibenden ſtudirten Aerzte ſind auf die Naturheilkünſtler aller Art und auch auf die Waſſerdoktoren nicht gut zu ſprechen. Wer zu keiner dieſer Parteien gehört, wird ſich füglich auch des Mitredens enthalten. Darum begnügen wir uns auch, an dieſer Stelle auf die jedenfalls intereſſante Schrift des Oberſtlieutenant Spohr aufmerkſam zu machen, und ſie Denjenigen zu empfehlen, zu deren Beruf die Pflege des Pferdes gehört.

20.

Beiſpiele für die Anwendung der flüchtigen Befeſtigung vom Standpunkte der Truppe. Von Major Ritter v. Brunner. Wien, 1883. Verlag von Streffleurs Zeitſchrift. Preis Mark 2,80.

Die genannte Broſchüre iſt ein Separatabdruck aus der vom Verfaſſer redigirten bekannten „Streffleurs öſterreichiſche militäriſche Zeitſchrift“. Sie enthält Aufgaben, die der Verfaſſer als Lehrer in den Stabsoffizierskurſen des Heeres und der Landwehr und in der techniſchen Militärakademie ſeinen Hörern geſtellt und von denſelben hat bearbeiten laſſen.

Der Verfaſſer gehört zu den literariſch thätigſten unter den zeitgenöſſiſchen Ingenieuroffizieren und ſteht daheim und auswärts in gutem Ruf.

Seine Grundſätze ſind die beſten zeitgemäßen; er will dem Truppenoffizier, vom höchſten bis zum niedrigſten, nachweiſen, daß der Feldkrieg heut mehr wie je der Fortifikation bedarf, und dem Ingenieuroffizier, daß er im Felde nichts zu leiſten vermag, wenn er nicht zugleich Taktiker iſt.

Die erſte Hälfte dieſes Programms verlangt noch viel Arbeit; es iſt noch viel Unbekanntſchaft und daraus entſtehende Abneigung zu überwinden; die zweite Hälfte iſt unerläßlich, damit jene Arbeit gelingt. Einem Ingenieuroffizier, der ohne ſchnellen Blick für

Gelände und Gefechtslage seine nüchternen Schablonen auskramt, wird es schwer gelingen, Gehör und Zustimmung zu finden, wenn er aber kurz und überzeugend nachweisen kann, wie sich voraussichtlich ein Gefecht ohne und wie es sich mit fortifikatorischer Beihilfe gestalten werde, dann wird er gehört werden.

Der Verfasser nimmt folgende Aufgaben durch:

Befestigung eines Gehöftes;

Befestigung eines Dorfes;

Befestigung eines Waldes;

Anlage einer flüchtigen Infanterieschanze;

Befestigung einer Aufstellung in der Ebene;

Verwendung der technischen Truppen beim Angriffe;

Befestigung einer Offensivstellung am Debouché;

Befestigung eines größeren Terrainabschnittes in der Ebene;

Befestigung einer Truppenaufstellung im gebirgigen offenen Terrain ohne vertheidigungsfähige Kulturobjekte.

In allen Fällen wird zunächst die Aufgabe in taktischer Beziehung klargestellt und daraus gefolgert, was in technischer Beziehung erwünscht und ausführbar ist. Unter diesem allgemeinen Gesichtspunkte werden im Einzelnen erwogen:

Welche Bedeutung hat die Einzelaufgabe für die Gesammtlage?

Aus welcher Gegend des Vorfeldes ist der Angriff zu gewärtigen?

Welches ist die zu erwartende Hauptschußrichtung der feindlichen Artillerie?

Wie steht es mit dem eigenen Schußfelde?

Wie steht es mit der natürlichen oder überhaupt der bereits vorhandenen Deckung?

Wie steht es in Bezug auf Annäherungshindernisse?

Ist eine zähe Vertheidigung des Postens nothwendig und zu ermöglichen?

Sind die für zweckmäßig zu erachtenden technischen Arbeiten in der gegebenen Zeit und mit den verwendbaren Kräften möglich?

Woher und in welcher Art kann Unterstützung kommen? u. s. w.

Wir begnügen uns mit diesen Andeutungen und fügen nur noch hinzu, daß die Aufgaben von zahlreichen und sehr sauber ausgeführten Zeichnungen erläutert werden. Das gewählte Gelände aus der reichbewegten und mannigfaltig bedeckten Umgegend von Wien gestattete die Stellung sehr interessanter Aufgaben.

Man braucht nicht durchaus und überall dem Verfasser beizupflichten (was er selbst gewiß auch nicht in Anspruch nimmt), aber von einem erfahrenen und routinirten Lehrer und Schriftsteller wird Jeder Belehrung und Anregung gewinnen.

Die Arbeit sei daher der Beachtung und fleißigem Studium bestens empfohlen.

21.

Betrachtungen über das Demontiren. Berlin 1883. Vossische Buchhandlung. Preis Mark —,80.

Die vor wenigen Wochen im Buchhandel erschienenen Betrachtungen über das Demontiren, von S. weisen, wie der Verfasser dieser kleinen Schrift in seinem Schlußwort selbst hervorhebt, nicht auf neue Bahnen für die weitere Ausbildung des in Rede stehenden Schießens, sondern geben im Wesentlichen eine einheitliche Darstellung der dem gegenwärtigen Schießverfahren zu Grunde liegenden Erwägungen und Erfahrungen, sowie der aus denselben sich ergebenden Hülfsmittel, in der ausgesprochenen Absicht, das im Sinken begriffene Zutrauen zu dem flachen Granatschuß im Geschützkampf wieder zu heben.

Die Arbeit zeichnet sich durch den Fleiß, mit welchem alles einschlägige Material zusammengetragen, durch die Klarheit, mit welcher es geordnet und durch den Scharfsinn, mit welchem es benutzt ist, um den unausbleiblichen Erfolg eines unter voller Ausnutzung aller dargebotenen Hülfsmittel geleiteten Schießens gewissermaßen heraus zu construiren, höchst vortheilhaft aus.

Die unumwundene Anerkennung der Zweckmäßigkeit des in den Betrachtungen empfohlenen verfeinerten Schießverfahrens kreuzt sich indessen mit der Ueberzeugung, daß es kaum einen Batterie-Kommandeur geben dürfte, der im Stande wäre, sich aller durch dasselbe gebotenen Mittel bewußt und rechtzeitig im feindlichen Feuer und unter dem Einfluß der in den allermeisten Fällen wahrscheinlichen Mitwirkung einer größeren oder geringeren Anzahl dasselbe Ziel beschießender Batterien zu bedienen.

In der Praxis des Ernstfalles wird man seine Ansprüche an die Leistungsfähigkeit in Bezug auf minutiöse Beachtung aller für Abkürzung des Schießverfahrens nutzbar zu machenden Umstände

wesentlich herabstimmen müssen, und selbst auf den Schießplätzen der Truppen dürfte ein im Sinne der vorliegenden Arbeit korrekt durchgeführtes Schießen trotz aller Vorübungen sich leider nur in sehr vereinzelten Fällen erreichen lassen, da die große Zahl der als Batterie-Kommandeure auszubildenden Persönlichkeiten zu der Summe von Gelegenheiten, eine schießende Batterie zu kommandiren, stets in einem wenig günstigen Verhältnisse stehen wird und nach Lage der Dinge wird stehen müssen.

Einen praktischen Werth haben die Betrachtungen über das Demontiren wohl nur für die Artillerie-Schießschule; sie ist die Stätte, an welcher die systematische Ausnutzung aller erdenklichen Finessen des Schießverfahrens als wesentliches Hülfsmittel zur Erweckung und Ausbildung des Verständnisses für rationelles Schießen allgemeinen Nutzen zu stiften im Stande ist. Für die Schießpraxis der Truppen werden allgemein die einfachsten, Jedem verständlichen Hinweise die sicherste Grundlage des Verfahrens bleiben.

Die Voraussetzung des Verfassers, daß die Vorliebe für das Wurffeuer sich eigentlich zumeist auf die geringe Demontirwirkung stütze, kann übrigens als richtig selbst dann nicht zugegeben werden, wenn von einer Heranziehung des 21 cm Mörsers für den Vergleich der beiden Schießarten Abstand genommen wird. Sogar zu der Zeit, in welcher die Betrachtungen geschrieben wurden, d. h. vor Einstellung der 15 cm Mörser in das Material der Artillerie-Schießplätze wurden mit dem allerdings launenhaften kurzen 15 cm, wenn nicht hervorragende, so doch immerhin recht hübsche Erfolge erzielt. Der 15 cm Mörser aber hat sich, soweit bis jetzt bekannt geworden, außerordentlich bewährt.

Eine Frage, welche für den vermehrten oder verminderten Gebrauch des Demontirfeuers von einschneidender Wichtigkeit ist und die Erklärung dafür giebt, weshalb dieses Feuer von dem Wurffeuer, wie sich der Verfasser auf Seite 4 ausdrückt, gewissermaßen bei Seite geschoben ist (wenigstens so weit, als im Interesse des Raumgebens für das letztere nöthig war), hat der Verfasser gar nicht berührt: Was leistet eine mit Geschützen größter Trefffähigkeit ausgerüstete Demontir-Batterie, die nach allen Regeln der Kunst im Sinne der Betrachtungen ihr Feuer abgeben kann, gegen eine feindliche Wurfbatterie? Die Antwort wird „nichts", günstigsten Falles „sehr wenig" lauten müssen, denn bis der Kamm

der feindlichen Batterie so weit zerstört ist, daß eine Wirkung gegen die Wurfgeschütze überhaupt erreicht werden könnte, dürfte mehr Zeit verrinnen, als ihr die letzteren selbst bei ungleich geringerer Trefffähigkeit lassen werden.

Zweckmäßige Verwendung findet demnach die Demontir-Batterie lediglich gegen solche feindlichen Geschützaufstellungen, welche mit Geschützen gleichen Charakters armirt sind, d. h. die Möglichkeit ihres Gebrauches ist von der Anzahl der letzteren direkt abhängig, während sich die Wurfbatterie gegen alle feindlichen Geschützaufstellungen, mit alleiniger Ausnahme der wenig zahlreichen von oben gedeckten (Panzerthürme 2c.), mit Nutzen verwerthen läßt, ohne dabei von der Subtilität des Schießverfahrens in gleich hohem Grade abhängig zu sein. —

Des systematischen Aufbaues der Betrachtungen ist bereits vorstehend rühmend gedacht; auch die Gewandtheit und Prägnanz des Ausdrucks verdient hervorgehoben zu werden. An einzelnen Stellen hat augenscheinlich der Eifer für die Sache den Verfasser dazu verleitet, seine Behauptungen etwas kraß zu gestalten. Auf Seite 8 unten ist z. B. gesagt: „Eine schlechte Beobachtung kann niemals durch ein gutes Schießverfahren unschädlich gemacht werden, wohl aber umgekehrt"; auch die beste Beobachtung dürfte ein schlechtes Schießverfahren nicht unschädlich zu machen im Stande sein. —

Es sei hier noch einer auf Seite 32 untergelaufenen, allerdings nicht wesentlich in Betracht kommenden Inkorrektheit gedacht. An genannter Stelle wird zunächst erwähnt, daß ein Schuß, der Linie, aber 100 m zu kurz geht, dem Beobachter für das 6. resp. 5. 2c. Geschütz (45 resp. 39 2c. m seitwärts) als $^4/_{16}$, resp. $^4/_{16}$ 2c. links erscheint, dann aber, daß er demselben um die bezüglichen Maße rechts erscheinen muß, wenn er um das gleiche Maß zu weit geht. Statt „um die bezüglichen Maße" hätte es „um etwas geringere Maße" heißen müssen.

Zum Schluß wünschen wir den Betrachtungen über das Demontiren als besten Erfolg möglichst ausgedehnte Verbreitung; ein eingehendes Studium derselben kann Allen, die dazu berufen sind oder berufen werden können, das Feuer von Batterien zu leiten, nur empfohlen werden. — Sch.

22.

Von den in der Helwingschen Verlagsbuchhandlung in Hannover erscheinenden „Strategisch-taktischen Aufgaben nebst Lösungen", hat kürzlich das erste Semesterheft des 2. Jahrganges (1883) die Presse verlassen. Wir halten diese Aufgaben ꝛc. für ein ausgezeichnetes Hülfsmittel zum applikatorischen Selbstunterricht über die Verhältnisse des Feldkrieges und ihre Anforderungen an die Truppenführer. Sie fordern den Leser geradezu heraus, sich ähnliche neue Aufgaben selbst zu konstruiren und die meist kurze und praktische Lösung nach Art der vorliegenden Musterblätter systematisch zu begründen und ins Detail zu durchzuarbeiten. Werden die Aufgaben den Offizieren aller Waffen zur Vorbereitung für die praktische Arbeit im Terrain von erheblichem Nutzen sein können, weil sie die allgemeinen Grundsätze der Truppenführung dem Gedächtniß einprägen und das Verständniß für ihre Anwendung im Einzelfalle anregen und fortbilden, so seien sie ganz besonders denjenigen Offizieren empfohlen, denen ihr Friedensberuf nicht oder nur ausnahmsweise die Theilnahme an Feldmanövern gestattet.

Der Preis der einzelnen Semesterhefte (Mark 1,50) ist in Ansehung des bei guter Ausstattung reichen Inhalts als ein mäßiger zu bezeichnen. Sch.

23.

Ein Blick auf die K. K. Oesterreichische Armee, besonders die Infanterie. Von Epimenides. Sonder-Abdruck aus der „Allgemeinen Militär-Zeitung". Darmstadt 1883. Eduard Zernin.

Eine interessante kleine Schrift! Der Zweck, den der Verfasser durch ihre Veröffentlichung hat erreichen wollen, nämlich irgend einen Leser zum Nachdenken anzuregen, wird sicher überholt werden — wer anfängt zu lesen, legt kaum eher das Büchelchen aus der Hand, bis er zu den hübschen Schlußworten desselben gelangt ist, und wird auch nicht Jeder allen darin ausgesprochenen Ansichten beipflichten können, ohne Anregung zum Nachdenken lassen ihn diese so wenig, als die positiven Mittheilungen über die Ergebnisse der Beobachtungen des Verfassers.

Daß wir es hier nicht mit einer eigentlichen wiſſenſchaftlichen Studie zu thun haben, ſagt ſchon das Vorwort; es ſind nur Streiflichter, die der Verfaſſer auf die von ihm beſprochenen öſterreichiſchen Verhältniſſe wirft, und man kommt oft in die Lage, das zu bedauern. Es gilt das ſowohl für das Vorwort, als für die Schrift ſelbſt. Stellenweiſe hat ſich der Verfaſſer mit ſeinen eigenen Gedanken raſcher abgefunden, als für das richtige Verſtändniß wünſchenswerth iſt. Auf Seite IV des Vorworts fragt er: „Iſt nicht Wien für Oeſterreich daſſelbe, was Paris für Frankreich?“ Wenn das heißen ſoll, Oeſterreich müſſe um ſeiner eigenen Sicherheit willen Wien befeſtigen, wo bleibt dann die Parallele mit Deutſchland bezw. Preußen? Es iſt doch nicht die Geldfrage, die uns an einer für nothwendig befundenen Befeſtigung unſerer Hauptſtadt hindern würde?

Daß in Preußen zur Erſparung alle Schieß- und Exerzir-Uebungen in Drillichkleidern gemacht werden (Seite IV), dürfte eine etwas zu weit gehende Behauptung ſein, ebenſo wie die, daß jeder alte Soldat wiſſe, wie es ſich auf guter Straße im Regen am luſtigſten marſchire (Seite 15) — es giebt ſicher alte Soldaten genug, die ſich mit einer guten Straße ohne den Regen leidlich zufrieden geben.

Wir hegen auch nicht die Beſorgniß des Verfaſſers, daß ein paar gute Wirthſchaftsjahre genügen würden, um die Reihen unſerer Kapitulanten ſo weſentlich zu lichten, als er zu befürchten ſcheint. Die Gründerjahre werden ſo leicht nicht wiederkehren, und ſollten ſie es wider Erwarten thun, ſo bringen ſie einerſeits eine vorübergehende Kalamität und finden uns andererſeits entſchieden beſſer vorbereitet.

Daß die öſterreichiſchen Offiziere ſämmtlich dienſtfreie unbewaffnete Diener haben, erſcheint uns in Uebereinſtimmung mit dem Verfaſſer zwar als ein Vortheil für die erſteren, im Hinblick auf den an anderer Stelle hervorgehobenen ſchwachen Friedensſtand aber nicht als Vortheil für die Truppe und deren Ausbildung.

Wir brauchen mit Rückſicht auf das im Eingang unſerer Beſprechung abgegebene Urtheil das kleine gut ausgeſtattete Buch der Beachtung unſerer Leſerkreiſe kaum nochmals beſonders zu empfehlen. Sch.

24.

Das Gewehrfeuer im Gefecht. Beitrag zur Pſycho-Phyſik von Oberſtlieutenant Wolozkoi, aus dem Ruſſiſchen überſetzt von Stabs-Kapitän Eugen Revensky. Darmſtadt und Leipzig 1883. Eduard Zernin.

Unſere Kenntniß über die Wechſelbeziehungen zwiſchen Seele und Organismus wird durch das vorliegende Buch nicht weſentlich bereichert; das iſt natürlich auch nicht der eigentliche Zweck deſſelben; trotzdem giebt der zweite Theil ſeines Titels im Zuſammenhang mit dem erſten den Inhalt der Arbeit ziemlich treffend wieder. Der Verfaſſer beleuchtet die Abhängigkeit des Gewehrfeuers im Gefecht von dieſen Wechſelbeziehungen und zieht auf Grund einer im 1. Kapitel ſehr, und wie uns vorkommen will, allzu umſtändlich entwickelten beſonderen Methode daraus ſeine Schlüſſe.

„Die Philoſophie hat nur das errungen, wozu man auch ohne ſie gekommen wäre", heißt es nach Cuvier auf Seite 14; zu den Lehrſätzen, welche der Verfaſſer aus dem von ihm ſorgfältig geſammelten und mit bewundernswürdigem Fleiß in ſeiner Manier durchgearbeiteten Material für das Gewehrfeuer im Gefecht entwickelt hat, würde man ohne ſeine Arbeit allerdings im Allgemeinen nicht gekommen ſein; trotzdem wäre man im Irrthum, wenn man danach vorausſetzen wollte, daß die uns hier gebotenen Reſultate lediglich Erfolge rein praktiſcher Ermittelungen und Beobachtungen, lediglich mathematiſche Folgerungen aus ſtatiſtiſchem Material ſeien, ſo ſehr ſich auch das Streben nach ſolchen kund giebt. Uns ſcheint der Verfaſſer dem Philoſophiren durchaus nicht abhold zu ſein.

Wir können uns mit dem Facit ſeiner Arbeit nicht einverſtanden erklären, erachten ſpeziell den Beweis für die Richtigkeit und Zweckmäßigkeit der von ihm im 7. Kapitel aufgeſtellten Grundzüge einer richtigen Methode des Schießunterrichts durchaus nicht als erbracht und beantworten hier kurz die von ihm aufgeworfene Frage: „Zu welchem Ergebniß hat das bisherige Syſtem geführt?" mit der Gegenfrage: „Zu welchem Ergebniß würde das vom Verfaſſer vorgeſchlagene Syſtem führen?", die Erwiderung hierauf unſeren Leſern überlaſſend.

Die neue Schießunterrichts-Theorie gipfelt in der mechanischen Ausbildung der Arme des Schützen; der Soldat soll geübt werden, maschinenmäßig das Gewehr richtig, d. h. so zu erfassen, daß die Mündung des Laufes nicht über 4°, welcher Winkel als der mittlere Schußwinkel angesehen wird, nach oben gerichtet wird; das ist Alles; ob er dann auf dem Exerzirplatze beide Augen offen oder im Gefecht beide Augen zumacht, ist ziemlich gleichgültig. Das gewohnheitsmäßige Anschlagen thut's; damit dieses gleichzeitig bequem sei, wird empfohlen, das Gewehr speziell für diese Anforderung zu konstruiren. Ob Vorderlader, ob Hinterlader, ob dieses, ob jenes System ist lange nicht so wesentlich; die Feuergeschwindigkeit wird dadurch nach den Ermittelungen des Verfassers wenig alterirt. Visir ist ziemlich überflüssig; die für nöthig gehaltene Art der Feuer-Disziplin ergiebt die vorbezeichnete Ausbildung von selbst. Im Gefecht besteht die Kunst der Führung einer derartig ausgebildeten Truppe darin, das Feuer rechtzeitig zu eröffnen und zu verstärken, die Schützenlinie richtig zu führen, das Gelände, die Stimmung der Leute und die Handlungsweise des Feindes in Betracht zu ziehen; Kommandos zur Leitung des Schützenfeuers sind kaum mehr als Pedanterie.

Wir hören's wohl, allein uns fehlt der Glaube!

25.

Versuche mit comprimirter Schießbaumwolle in der Schießbaumwoll-Fabrik Wolff & Co., Walsrode, ausgeführt von deren Leiter Max von Förster. Berlin 1883. Ernst Siegfried Mittler und Sohn. Preis Mark —,60.

Eine klar und sachlich gehaltene Mittheilung über die interessanten Ergebnisse der Versuche des Verfassers, betreffend die Wirkungen und das Verhalten comprimirter Schießwolle.

Die kleine Schrift enthält bemerkenswerthe Fingerzeige für die günstigste, d. h. wirkungsvollste Verwendung des in Rede stehenden Sprengstoffes, ein sehr einfaches Verfahren, Patronen von comprimirter nasser Schießwolle vor den nachtheiligen Einflüssen des Transportes, der Witterung und der Feuchtigkeit zu

bewahren, ohne ihre augenblickliche Verwendbarkeit zu beeinträchtigen oder ihre Explosionsfähigkeit herabzusetzen, Aufschlüsse über die Selbstzersetzung von Schießwolle und Angaben über die Benutzung derselben bei Sprengungen unter Wasser.

Der Verfasser giebt gelegentlich der Besprechung über die Selbstzersetzung der Ansicht Ausdruck, daß ein Abbrennen von Schießwolle aus dieser Ursache niemals vorgekommen sei, und weist gleichzeitig zum Beweise dafür, wie viele fast nicht zu kontrolirende Zufälligkeiten einen Brand erzeugen können, auf einen Versuch hin, den ihm der Professor Kraut in Hannover mitgetheilt hat. Das Ergebniß dieses Versuches war, daß eine Hand voll einfacher Baumwollwatte, von der ein Theilchen angezündet und darauf mit den anderen Theilen so umwickelt wurde, daß die Luft zu dem entzündeten Punkt keinen freien Zutritt hatte, sich in Papier gewickelt Monate lang aufheben ließ und nach dieser Zeit, auseinandergewickelt, weiter brannte. Wir haben diese Erfahrung vor 3 Jahren, als in Bremerhaven ein bedeutendes Baumwoll-Lager in Brand gerieth, bestätigt gefunden. Freiliegende angesengte Theile von Baumwollballen, durch die Löscharbeiten an den Außenflächen vollständig durchnäßt, an denen kein äußeres Zeichen, weder Hitze, noch irgend welche Rauchentwickelung, ein Fortbestehen des Feuers vermuthen ließ, brannten nach Wochen noch sofort wieder, wenn man sie auseinander riß.

Die „Versuche ꝛc." seien hiermit unsern Lesern bestens empfohlen. Sch.

26.

Taschenbuch für die Feld-Artillerie zusammengestellt von H. A. v. Kretschmar, Major à la suite des Königlich Sächsischen reitenden Feld-Artillerie-Regiments Nr. 12, Lehrer an der vereinigten Artillerie- und Ingenieur-Schule. 2. Jahrgang 1883/84. Berlin 1883. E. S. Mittler und Sohn. Dauerhaft in Leder gebunden. Mark 2,50.

Die im Laufe des vergangenen Jahres eingetretenen zahlreichen Veränderungen in dem Natural-Verpflegungs-Reglement, den Schießregeln, der Munitions-Ausrüstung ꝛc. ꝛc. haben eine

Neu-Auflage des im vorigen Jahre erschienenen und beifällig aufgenommenen, obengenannten Taschenbuches nothwendig gemacht, durch welche gleichzeitig den zahlreichen dem Verfasser ausgesprochenen Wünschen Folge gegeben worden ist, indem außer dem früheren Inhalt noch Aufnahme gefunden haben:

ein Kalender vom 1. Oktober 1883 bis ultimo September 1884, mehrere neue Schema, u. a. Zeiteintheilung, Quartiere ꝛc. für Schießübung und Manöver, sowie ein Notizbuch.

Die vorliegende Arbeit hat den Zweck, in derselben Weise, wie dies das seit einigen Jahren erscheinende „Carnet de poche" des Kapitän Plessix für Frankreich thut, den Offizieren der Feld-Artillerie des deutschen Heeres in handlicher Form ein Notizbuch zu geben, in welchem sie alle Angaben finden sollen, welche man im praktischen Dienst, beim Exerziren, bei Paraden, bei den Schießübungen, im Manöver so häufig bedarf und die immer in bequemer Form zur Hand zu haben erfahrungsgemäß von großem Werth ist.

27.

De la conduite de l'artillerie dans les manoeuvres et au combat. Paris, Turin etc. 1883.

Der Sous-Lieutenant von der Artillerie A. Orth hat die in diesem Jahre bei der Helwing'schen Verlagsbuchhandlung in Hannover erschienene (Hoffbauer'sche) Arbeit: „Ueber die Führung der Artillerie im Manöver und Gefecht" auszugsweise ins Französische übertragen.

XVI.

Theoretiſche Unterſuchungen über die regelmäßigen Abweichungen der Geſchoſſe und die vortheilhafteſte Geſtalt der Züge

von

Dr. C. Cranz, Neuenbürg (Württemberg).

Mit 1 Tafel.

Inhalt.

Seite

I. Abſchnitt: Ueber die regelmäßigen Seitenabweichungen der Langgeſchoſſe aus gezogenen Geſchützen.

§ 1. Einleitung 478
§ 2. Aufſtellung der Bewegungsgleichungen 481
§ 3. Integration der Gleichungen der Rotation um den Schwerpunkt 488
§ 4. Integration der Bewegungsgleichungen des Schwerpunkts 502
§ 5. Berechnung der Seitenabweichung; Vergleichung mit der Beobachtung 508
§ 6. Die Bewegungen der Geſchoßaxe 512
§ 7. Zuſammenſtellung der erhaltenen Reſultate 519

II. Abſchnitt: Unterſuchungen über die vortheilhafteſte Geſtalt der Züge in gezogenen Geſchützen.

§ 8. Einleitung; Definition der Aufgabe 521
§ 9. Ungleichförmige Züge; die Anfangsgeſchwindigkeit der Translation ein Maximum 525
§ 10. Ungleichförmige Züge; der Druck in den Zügen konſtant 536
§ 11. Gleichförmiger Drall; vortheilhafteſte Beziehung zwiſchen Rohrlänge, Drallwinkel, Kaliber, Pulverladung und Verbrennungszeit des Pulvers 537

Anhang.

§ 12. Die Erſcheinungen bei axenparallelen Zügen 540

Erſter Abſchnitt.

Ueber die regelmäßigen Abweichungen der Langgeſchoſſe aus gezogenen Geſchützen.

§ 1.

Einleitung.

Die Abweichungen von der normalen Flugbahn, welche Geſchoſſe erleiden, ſind ſeit 1737 Gegenſtand vieler Unterſuchungen geweſen, haben aber bis heute keine einwurfsfreie Erklärung gefunden. Die Frage iſt bis jetzt auf einen Punkt geführt, von welchem aus eine Behandlungsweiſe mittelſt theoretiſcher Mechanik allein einen ſicheren Abſchluß derſelben verſpricht. Das Folgende hat den Zweck, dazu einen Beitrag zu liefern, und zwar iſt die Unterſuchung beſchränkt auf die regelmäßigen Seitenabweichungen konzentriſcher Langgeſchoſſe aus gezogenen Geſchützen, da die unregelmäßigen Abweichungen der Kugelgeſchoſſe phyſikaliſch von Magnus, theoretiſch von Poiſſon, die Abweichungen in Folge der Erdrotation von Poiſſon vollſtändig erledigt ſind, und die Erſcheinungen bei excentriſchen Kugelgeſchoſſen und Langgeſchoſſen ein Problem für ſich von größerem Umfang darſtellen.

Danach handelt es ſich um die mathematiſche Begründung folgender Erſcheinungen*): Ein Geſchoß, das aus einem mit gewundenen Zügen verſehenen Geſchütz geworfen wird, weicht nach der rechten oder linken Seite der durch die Seelenaxe des Laufs gelegten Vertikalebene aus. Befindet ſich der Schwerpunkt des Geſchoſſes hinter der Mitte des letzteren, ſo erfolgt die Abweichung a) bei Rechtsdrall (d. h. bei Drehung des oberen Theils der Züge von links nach rechts vorwärts) nach der rechten, b) bei Linksdrall nach der linken Seite jener Ebene; liegt der Schwerpunkt vor dem Mittelpunkt, ſo weicht das Geſchoß a) bei Rechtsdrall nach links,**) b) bei Linksdrall nach rechts aus. Die Größe

*) Waffenlehre von Stachorowski, 1876.

**) Wie z. B. bei den franzöſiſchen Geſchützen.

dieſer Seitenabweichung wächſt ſtärker als bei Proportionalität mit der Zeit, ſo daß die Horizontalprojektion der Geſchoßbahn eine ziemlich raſch anſteigende Kurve darſtellt.

In dem Lehrbuch der Artillerie von Robins-Euler, 1737, iſt die Erſcheinung zuerſt erwähnt; Euler ſpricht in einer Anmerkung die Vermuthung aus, daß Rotationen der Grund ſein könnten. Es folgten Unterſuchungen von La Fère 1771, Hauptmann Luther, von Poiſſon 1837, Hauptmann Otto 1843, Generalmajor Mayevski (traité de balistique extérieure), Major Heim 1848, Profeſſor Magnus 1852, Oberſt Ludwig 1853, Mendo 1860, Baurmeiſter 1861, Profeſſor Kummer 1875, Hauptmann Haupt 1876.

Poiſſon*) hat über den Gegenſtand in 5 Abhandlungen, die zuſammen auch als beſonderes Werk erſchienen ſind, eine Reihe von mathematiſchen Berechnungen angeſtellt, übrigens nur für die früheren kugelförmigen Geſchoſſe. Er nimmt vier Urſachen an, welche den Abweichungen zu Grunde liegen können: Die Rotation der Erde, die Reibung der Luft, die nicht genau ſphäriſche Geſtalt und die nicht homogene Beſchaffenheit der Kugeln. Die Erdrotation ergiebt kleine Rechtsabweichungen; die Reibung der Luft an Kugeln unregelmäßige Ablenkungen; am meiſten iſt die nicht genau ſphäriſche Geſtalt von Einfluß: er ſetzt voraus, daß durch irgend welche Urſachen das Geſchoß eine von der Kugelgeſtalt wenig abweichende ellipſoidiſche Form angenommen habe und im Innern des Rohrs die Axe des Geſchoſſes und die Rotationsaxe nicht genau zuſammenfielen. Daraus ergeben ſich gewiſſe periodiſche Lagenänderungen der Axen und kleine Abweichungen. In der vorliegenden Arbeit war es möglich, einige Kunſtgriffe von Poiſſon bei Behandlung der Euler'ſchen Gleichungen anzuwenden, welche die Integration von Differentialgleichungen weſentlich erleichterten.

Von Magnus iſt in einer der „Abhandlungen der Berliner Akademie, 1852" folgende phyſikaliſche Erklärung für die Abweichungen der Langgeſchoſſe ohne mathematiſche Rechnung aufgeſtellt: Durch die Züge im Innern des Geſchützes erhält das Geſchoß eine Rotation um ſeine Hauptaxe, z. B. bei rechtsdrehender Windung der Züge eine Rotation in demſelben Sinn, von

*) Poisson, Sur le mouvement des projectiles, Journal de l'Ecole polytechnique XXVI et XXVII.

oben links nach oben rechts. Das Geſchoß verläßt ſo die Mündung mit einer gewiſſen Anfangsgeſchwindigkeit der Rotation und der Translation. In ſeinem weiteren Flug bleibt zunächſt nach dem Prinzip von der Erhaltung der Rotationsebene die Richtung der Hauptaxe konſtant; die Flugbahn ſelbſt iſt gekrümmt, alſo entſteht bald ein kleiner Winkel zwiſchen der Tangente an die Flugbahn und der Geſchoßaxe. Nun iſt ein zweiter Satz der Mechanik, daß, wenn auf die Axe eines freien Umdrehungskörpers eine Kraft wirkt, die nicht durch den Schwerpunkt geht, dieſelbe den Körper in einer durch Kraftrichtung und Axe gelegten Ebene bewegt, falls der Körper nicht rotirt; rotirt dagegen der Körper mit großer Geſchwindigkeit, ſo bewegt ſich die Axe zur Seite und beſchreibt einen Kegel um den Schwerpunkt, — ein Geſetz, auf welchem u. a. das Vorrücken der Nachtgleichen beruht. Dabei iſt die Drehrichtung des Kegels dadurch beſtimmt, daß für einen Beobachter hinter dem horizontal gedachten Körper, oder hier dem Geſchoß, welches z. B. in der Richtung des Uhrenzeigers rotire, die Spitze ebenfalls in der Richtung des Uhrenzeigers eine Leitlinie des Kegels beſchreibt, alſo zuerſt ſich rechts wendet und dann ſenkt, — falls die Kraft an der Spitze von unten nach oben wirkt. Wirkt dagegen die Kraft von oben nach unten, oder trifft die Kraft die Axe in einem Punkte hinter dem Schwerpunkt, oder iſt die Rotation um die Axe die entgegengeſetzte, ſo iſt auch die Drehrichtung des Kegels die entgegengeſetzte.

Im vorliegenden Falle iſt jene Kraft die Reſultante des Luftwiderſtands, die in einem gewiſſen variablen Punkt die Axe angreift. Dieſer Angriffspunkt liegt bei unſeren Geſchoſſen vor dem Schwerpunkt, wegen der zugeſpitzten Form derſelben, und die Windung der Züge bei den deutſchen Geſchützen iſt rechtsläufig; folglich beſchreibt die Spitze der Granate einen Kegel in der Richtung des Uhrenzeigers. Wenn ſie bis unter die Tangente gelangt iſt, welche die Richtung für die Reſultante des Luftwiderſtands angiebt, ſo tritt der entgegengeſetzte Fall gegen vorhin ein; die Kraft wirkt von oben nach unten auf die Axe; die Spitze kehrt alſo um, nachdem ſie eine halbe Umdrehung beſchrieben hat, und kehrt auf demſelben Weg in ihre Anfangslage zurück. Auf dieſe Weiſe entſtehen koniſche Pendelungen der Axe, und befindet ſich dieſe ſtets auf der rechten Seite der durch die Tangente gelegten Vertikalebene. Der Luftwiderſtand, deſſen Richtung ſtets

parallel dieſer Ebene iſt, wirkt folglich mehr gegen die linke Seite des Geſchoſſes; der Effekt iſt derſelbe wie gegenüber einer ſchiefgehaltenen Ebene, und das Geſchoß wird immer mehr nach der rechten Seite gedrängt.

Um eine mathematiſche Berechnung anzubahnen, hat Herr Kummer (in zwei Abhandlungen der Berliner Akademie, 27. Mai 1875: „über die Wirkung des Luftwiderſtands auf Körper von verſchiedener Geſtalt, insbeſondere auch auf die Geſchoſſe") für mehrere Umdrehungskörper, gegen welche unter einem beliebigen Winkel ein Luftſtrom wirkt, erſtens die Komponenten der Reſultante des Luftdrucks, parallel und ſenkrecht zur Axe, als Funktionen dieſes Winkels berechnet, und zweitens die Beziehung zwiſchen dem Durchſchnittspunkt der Reſultante mit der Axe und jenem Winkel; auch hat er eine Reihe von phyſikaliſchen Verſuchen über dieſe Beziehung angeſtellt.

In neuerer Zeit iſt von Herrn Hauptmann Haupt ein treffliches Werk über das balliſtiſche Problem erſchienen, welches hauptſächlich für die praktiſche Berechnung der Schußtafeln einfache Formeln bietet. Auf die drei letzteren Arbeiten iſt unten zurückgekommen.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit iſt vorwiegend theoretiſcher Natur: Es ſoll das Geſchoß, nachdem es den Lauf verlaſſen hat, auf ſeinem Weg durch die Luft unter dem Einfluß aller möglicherweiſe auf daſſelbe einwirkenden Kräfte verfolgt werden, um erſtens die verſchiedenen Bewegungen kennen zu lernen, welche daſſelbe eingeht, und zweitens durch Berechnung der etwa ſich ergebenden Seitenabweichungen und Vergleichung mit der Erfahrung womöglich den eigentlichen Grund dieſer Verſchiebungen zu erfahren. — Danach hat man die Bewegung des Geſchoſſes in eine Bewegung der Translation des Schwerpunkts und eine Rotation des Geſchoſſes um den Schwerpunkt zu zerlegen, die Kräfte zu berechnen, die Differentialgleichungen aufzuſtellen und zu integriren und die Reſultate zu deuten.

§ 2.

Aufſtellung der Bewegungsgleichungen.

Es ſei S der Schwerpunkt des Geſchoſſes; nach Verlauf der Zeit t von Beginn der Bewegung an ſeien x, y, z die rechtwinkeligen Koordinaten deſſelben, bezogen auf drei feſte Axen Ox, Figur 1.

Oy, Oz. Der Ursprung O ist der Abgangspunkt von S, also die Mitte der Mündung des Geschützlaufs; die Axe Oz vertikal im entgegengesetzten Sinn der Schwerkraft gerichtet; die Ebene xy horizontal, die Axe Ox in der Anfangsrichtung der Bewegung von S; Oy senkrecht zur Ebene xz, nach der linken Seite in Beziehung auf einen Beobachter, welcher von der Mündung des Geschützes aus nach dem Ziele sieht, und für welchen alle folgenden Bezeichnungen: links, rechts, oben und unten gelten. Nach denselben Richtungen sind die Koordinaten x, y, z positiv zu rechnen.

Durch den Schwerpunkt S seien die drei Hauptträgheitsaxen Sx_1, Sy_1, Sz_1 gelegt und drei andere Sx, Sy, Sz parallel und gleichsinnig mit Ox, Oy, Oz. SL ist der Schnitt der beweglichen Ebene Sx_1, Sy_1 mit der horizontalen Ebene Sx Sy; $\measuredangle$ L S x $= \psi$, $\measuredangle$ L $Sx_1 = \varphi$; $\measuredangle$ z $Sz_1 = \vartheta$. Durch die drei $\measuredangle$ ψ, φ, ϑ ist in jedem Augenblick t die Lage der drei Geraden Sx_1, Sy_1, Sz_1 bestimmt, welche mit dem Geschoß fest verbunden gedacht werden; dabei ψ und φ beschränkt auf das Intervall $0 - 360°$, ϑ von $0 - 180°$, und zwar sei ϑ gleich dem räumlichen Winkel zwischen den Ebenen der $\measuredangle$ ψ und φ, nicht gleich dessen Supplement, so daß Sz_1 über oder unter der horizontalen Ebene S x y zu liegen kommt, je nachdem ϑ spitz oder stumpf ist. Der Winkel ψ ist gezählt von Sx aus nach der Verlängerung von Sy hin.

Die 6 Größen x, y, z, φ, ψ, ϑ sind die Unbekannten der Aufgabe, welche darin besteht, die doppelte Bewegung im Raum kennen zu lernen: ihnen entspricht eine gleiche Anzahl von Differentialgleichungen der 2. Ordnung; die 3 ersten davon beziehen sich auf die Translationsbewegung des Schwerpunktes S, die 3 letzten auf die Rotation um den Schwerpunkt. — ω sei die variable Rotationsgeschwindigkeit um die augenblickliche Drehaxe, p, q, r wie üblich ihre Komponenten um die beweglichen Axen Sx_1, Sy_1, Sz_1. Dabei sei r positiv, wenn die Drehung um Sz_1 von Sx_1 nach Sy_1 geschieht, ebenso q positiv für eine Drehung um Sy_1 von Sz_1 nach Sx_1, p positiv für eine Drehung von Sy_1 nach Sz_1.

Weiterhin bedeute m die Masse des Geschosses; X, Y, Z die Summen der Komponenten aller auf dasselbe wirkenden Kräfte außer der Schwerkraft, parallel den festen Axen Ox, Oy, Oz; X_1, Y_1, Z^1 dieselben parallel den beweglichen Axen Sx_1, Sy_1, Sz_1 und bezogen auf dieselben beweglichen Axen; L, M, N die Summen

der Momente jener Kräfte und A, B, C die Trägheitsmomente. Dabei sind die positiven Drehrichtungen der Momente in demselben Sinne verstanden wie diejenigen von p, q, r. Danach sind die Gleichungen der Bewegung des Schwerpunkts:

$$\left.\begin{aligned} m\frac{d^2x}{dt^2} &= X \\ m\frac{d^2y}{dt^2} &= Y \\ m\frac{d^2z}{dt^2} &= Z - mg \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

und diejenigen der Rotation um den Schwerpunkt nach Euler:

$$\left.\begin{aligned} A\frac{dp}{dt} &= (B-C)\,qr + L \\ B\frac{dq}{dt} &= (C-A)\,rp + M \\ C\frac{dr}{dt} &= (A-B)\,pq + N \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

dabei ist

$$\left.\begin{aligned} p &= -\sin\vartheta \,.\, \sin\varphi \,.\, \frac{d\psi}{dt} + \cos\varphi\,\frac{d\vartheta}{dt} \\ q &= -\sin\vartheta \,.\, \cos\varphi \,.\, \frac{d\psi}{dt} - \sin\varphi\,\frac{d\vartheta}{dt} \\ r &= \frac{d\varphi}{dt} - \cos\vartheta \,.\, \frac{d\psi}{dt} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

woraus auch:

$$\left.\begin{aligned} \sin\vartheta \,.\, \frac{d\psi}{dt} &= -p\sin\varphi - q\cos\varphi \\ \frac{d\vartheta}{dt} &= p\cos\varphi - q\sin\varphi \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3a)$$

Mit den Winkeln φ, ψ, ϑ hängen die einzelnen Kosinus der Winkel der beweglichen Axen gegen die festen durch die Euler'schen Formeln zusammen. Sind die Kosinus durch das Schema

	x_1	y_1	z_1
x	a_1	b_1	c_1
y	a_2	b_2	c_2
z	a_3	b_3	c

definirt, so lauten die Euler'schen Formeln:

$$(4)\quad \ldots \quad \begin{cases} a_1 = \cos\vartheta \,.\, \sin\psi \,.\, \sin\varphi + \cos\psi \,.\, \cos\varphi \\ b_1 = \cos\vartheta \,.\, \sin\psi \,.\, \cos\varphi - \cos\psi \,.\, \sin\varphi \\ c_1 = -\sin\vartheta \,.\, \sin\psi \\ a_2 = \cos\vartheta \,.\, \cos\psi \,.\, \sin\varphi - \sin\psi \,.\, \cos\varphi \\ b_2 = \cos\vartheta \,.\, \cos\psi \,.\, \cos\varphi + \sin\psi \,.\, \sin\varphi \\ c_2 = -\sin\vartheta \,.\, \cos\psi \\ a_3 = \sin\vartheta \,.\, \sin\varphi \\ b_3 = \sin\vartheta \,.\, \cos\varphi \\ c_3 = \cos\vartheta \,. \end{cases}$$

Die Form der Langgeschosse — denn solche sind jetzt fast nur noch im Gebrauche — ist diejenige eines geraden Cylinders mit aufgesetzter, etwas abgerundeter Spitze; diese letztere hat eine ogivale oder spitzbogenförmige Gestalt. Demnach sind die Hauptträgheitsaxen des Geschosses die Längsaxe und zwei darauf und aufeinander senkrechte Gerade. Die zwei Trägheitsmomente A und B sind gleich. Die Langaxe des Geschosses möge mit der Sz_1-Axe zusammenfallen.

Die Kräfte, welche auf das Geschoß wirken, sind nun, von der Reibung der Luft zunächst abgesehen, erstens die Schwerkraft und zweitens der normale Luftwiderstand. Die Resultante der Schwerkraft geht durch den Schwerpunkt und Koordinatenanfang S, also kommt in den Gleichungen (2) der Rotation um S die Kraft der Schwere nicht vor. Der Luftwiderstand wirkt auf jeden Punkt der vorderen Fläche des Geschosses, parallel der Tangente ST an die Flugbahn; hierbei ist die Grenze zwischen den vom Luftwiderstand getroffenen und den nicht getroffenen Punkten die Berührungslinie des Geschosses mit einem Cylindermantel, dessen Mantellinien parallel der Tangente ST gezogen sind und das Geschoß berühren. Die einzelnen Wirkungen vereinigen sich zu einer Resultante R parallel ST, welche die Axe in einem gewissen Punkte mit der Koordinate z_1 angreift. Der Winkel zwischen der Resultante R und der Geschoßaxe oder auch zwischen der Tangente
igur 2. ST und der Axe Sz_1 sei α. Durch beide Geraden ST und Sz_1 sei eine Ebene gelegt, welche die Ebene x_1Sy_1 nach SQ schneidet. Die Resultante läßt sich in zwei Komponenten parallel und senkrecht zur Geschoßaxe oder nach Sz_1 und SQ zerlegen; die erstere ist gleich Z_1, die zweite heiße Q. Nach dem in der Einleitung Angeführten sind es eben diese Komponenten Z_1 und Q, welche

von Herrn Kummer berechnet sind; unter anderem für ein cylindrisches Geschoß mit aufgesetztem halben Rotationsellipsoid. Die Formeln von Herrn Kummer werde ich sogleich verwerthen, ohne sie noch einmal abzuleiten. Die Form eines halben Rotationsellipsoids, welche der Berechnung von Herrn Kummer zu Grunde liegt, entspricht am meisten den Granatenden. Man erhält daraus einfache Formeln bei der Annahme von halbkugelförmigen Enden der Geschosse. Solche sind im Folgenden vorausgesetzt. Wie man unschwer aus den Kummer'schen Formeln ableitet, werden für die angenommene Form die Komponenten Z_1 und Q folgende:

$$\left.\begin{aligned} Z_1 &= \mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2\left\{\frac{\sin^2\alpha}{4}+\frac{\cos^2\alpha}{2}+\frac{3}{8}\cos\alpha\sin^4\alpha-\frac{(1-\cos\alpha)\cos^2\alpha}{2}\right.\\ &\qquad\left.-\frac{1}{16}(1-3\cos^2\alpha)(2-\cos\alpha-\cos^2\alpha)\right\}\cdot r^2\pi.\\ Q &= \mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2\left\{\frac{4}{3}rh\sin^2\alpha+\frac{r^2\pi}{4}\sin\alpha(1+\cos\alpha)\right\} \end{aligned}\right\} (5)$$

ds ein Element der Flugbahn, h die Höhe des cylindrischen Theils des Geschosses, r dessen Radius oder das halbe Kaliber; der Luftwiderstand ist von Herrn Kummer proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit des Schwerpunkts oder $\left(\frac{ds}{dt}\right)^2$ und einem konstanten Koeffizienten μ angenommen, der von der Dichte der Luft und des Geschosses abhängt, und von dem unten noch die Rede ist. Diese Annahme ist hier beibehalten, indem die vorliegende Arbeit grundsätzlich die Kummer'sche Arbeit zum Ausgangspunkt nimmt, und da die neuesten Versuche von Herrn Krupp*) das Newton'sche Gesetz zu bestätigen scheinen.

Bedeutet h_1 den Abstand des Geschoßbodens vom Schwerpunkt S, so ist die oben erwähnte Beziehung zwischen der z_1-Koordinate des Angriffspunkts der Resultante und dem Winkel α:

$$z_1 = \frac{\frac{3}{8}hr\pi + h^2\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}}{\frac{3}{8}r\pi + 2h\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}} - h_1. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

*) Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere des deutschen Reichs, 89, XVIII, Seite 429. Br: „Versuche von Fr. Krupp in Essen zur Ermittlung des Luftwiderstandes bei größeren Geschoßgeschwindigkeiten, Herbst 1881".

Es ſind die Komponenten X, Y, Z; X_1, Y_1, Z_1 und die Momente L, M, N zu bilden. Nennt man β den Winkel zwiſchen SQ und Sx_1, ſo iſt

$$\begin{aligned} X_1 &= Q \cos\beta \\ Y_1 &= Q \sin\beta \\ Z_1 &= Z_1, \end{aligned}$$

ferner folgt aus der Bedeutung von L, M, N, da zugleich der Angriffspunkt $(x_1 y_1 z_1)$ der Reſultante auf der Geſchoßaxe Sz_1 liegt, ſomit $y_1 = 0$, $x_1 = 0$ iſt:

$$(7) \quad \left\{ \begin{aligned} L &= z_1 Y_1 - y_1 Z_1 = \quad z_1 Y_1 = \quad z_1 . Q \sin\beta \\ M &= x_1 Z_1 - z_1 X_1 = -z_1 X_1 = -z_1 . Q \cos\beta \\ N &= y_1 X_1 - x_1 Y_1 = 0. \end{aligned} \right.$$

Die dritte Gleichung (2) reduzirt ſich in Folge des Werthes von N und wegen A = B auf:

$$\frac{dr}{dt} = 0$$

$$r = \text{const} = a$$

d. h. die Komponente der Rotationsgeſchwindigkeit um die Geſchoßaxe iſt konſtant; ſie möge mit a bezeichnet werden.

Die Koſinus der Winkel der Tangente ST gegen die feſten Axen ſind $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$; diejenigen der Axe Sx_1 ſind $a_1 a_2 a_3$ und die der Axe Sy_1, $b_1 b_2 b_3$; aus dem durch Sx_1, ST, SQ gebildeten rechtwinkeligen Dreikant und deſſen Nebendreikant erhält man danach die Gleichungen

$$\sin\alpha . \cos\beta = \cos(\widehat{ST\,Sx_1}) = a_1 \frac{dx}{ds} + a_2 \frac{dy}{ds} + a_3 \frac{dz}{ds}$$

$$\sin\alpha . \sin\beta = \cos(\widehat{ST\,Sy_1}) = b_1 \frac{dx}{ds} + b_2 \frac{dy}{ds} + b_3 \frac{dz}{ds}$$

oder

$$(8) \quad \left\{ \begin{aligned} \cos\beta &= \frac{a_1 \frac{dx}{ds} + a_2 \frac{dy}{ds} + a_3 \frac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \\ \sin\beta &= \frac{b_1 \frac{dx}{ds} + b_2 \frac{dy}{ds} + b_3 \frac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \end{aligned} \right.$$

Der Winkel α ist der Unterschied der Richtungen ST und Sz_1, mit den Richtungskosinus $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$ resp. $c_1\, c_2\, c_3$, also ist

$$\cos\alpha = c_1 \frac{dx}{ds} + c_2 \frac{dy}{ds} + c_3 \frac{dz}{ds} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Nun ist

$$\begin{aligned} X &= a_1 X_1 + b_1 Y_1 + c_1 Z_1 \\ Y &= a_2 X_1 + b_2 Y_1 + c_2 Z_1 \\ Z &= a_3 X_1 + b_3 Y_1 + c_3 Z_1 \end{aligned}$$

oder

$$\left.\begin{aligned} X &= a_1 . Q\cos\beta + b_1 Q\sin\beta + c_1 Z_1 \\ Y &= a_2 . Q\cos\beta + b_2 Q\sin\beta + c_2 Z_1 \\ Z &= a_3 . Q\cos\beta + b_3 Q\sin\beta + c_3 Z_1 \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Damit sind die Komponenten und Momente berechnet, und die Differentialgleichungen (1) und (2) der Translation und Rotation des Geschosses erhalten die Form

$$\left.\begin{aligned} m\frac{d^2x}{dt^2} &= a_1 . Q\cos\beta + b_1 Q\sin\beta + c_1 Z_1 \\ m\frac{d^2y}{dt^2} &= a_2 . Q\cos\beta + b_2 Q\sin\beta + c_2 Z_1 \\ m\frac{d^2z}{dt^2} &= a_3 . Q\cos\beta + b_3 Q\sin\beta + c_3 Z_1 - mg \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (11)$$

$$\left.\begin{aligned} A\frac{dp}{dt} + (C-A)\,aq &= \left(\frac{\frac{3}{8}\,hr\pi + h^2 tg\frac{\alpha}{2}}{\frac{3}{8}\,r\pi + 2h\,tg\frac{\alpha}{2}} - h_1\right) . \\ &\qquad Q . \frac{b_1\frac{dx}{ds} + b_2\frac{dy}{ds} + b_3\frac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \\ A\frac{dq}{dt} - (C-A)\,ap &= -\left(\frac{\frac{3}{8}\,hr\pi + h^2 tg\frac{\alpha}{2}}{\frac{3}{8}\,r\pi + 2h\,tg\frac{\alpha}{2}} - h_1\right) . \\ &\qquad Q . \frac{a_1\frac{dx}{ds} + a_2\frac{dy}{ds} + a_3\frac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (12)$$

Hier ist in (11) die Kraft des Luftwiderstands, welche der Bewegung des Schwerpunkts S entgegenwirkt, negativ zu nehmen;

die Werthe von Q und Z_1 sind in (5), die von $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3$ in (4) angegeben.

Die gesammte Aufgabe ist, die Gleichungen zu integriren, zunächst das System (12); diese geben p und q als Funktionen von φ, ψ, ϑ; mit Hülfe von (3) sind p und q zwischen φ, ψ, ϑ zu eliminiren, die erhaltenen Werthe φ, ψ, ϑ werden in (11) eingesetzt und dieses System integrirt.

Allein zugleich sieht man, daß nicht nur in den Gleichungen (11) in Folge der Werthe von $a_1, b_1, c_1, a_2 \sin\beta, \cos\beta, \sin\alpha$ die Winkel φ, ψ, ϑ erscheinen, also die Gleichungen (11) der Translation von denen der Rotation (12) abhängen, sondern auch umgekehrt wegen $\left(\frac{ds}{dt}\right)^2$ in Q und wegen $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$ die letzteren Gleichungen (12) der Rotation von denen der Translation.

§ 3.

Integration der Gleichungen der Rotation um den Schwerpunkt.

Die gegenseitige Abhängigkeit der beiden Bewegungen und die Komplizirtheit der Formeln läßt von vornherein vermuthen, daß es nothwendig sein wird, erstens mehrere kleine Größen, welche gegenüber von anderen Größen von geringem Einfluß sind, zu vernachlässigen und zweitens eine bestimmte Methode zu suchen, um zunächst wenigstens eines der beiden Systeme von Gleichungen unabhängig von dem anderen zu integriren und darauf das andere System mit Hülfe der erhaltenen Werthe zu behandeln.

Der Gang der folgenden Berechnung ist nun der, daß zuerst die Gleichungen (11) der Translation als unabhängig von den Werthen φ, ψ, ϑ angesehen und integrirt, die erhaltenen Ausdrücke von $\frac{ds}{dt}, \frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$ in (12) eingesetzt und diese integrirt werden: die Elimination von p und q zwischen den gefundenen Integralen und den Gleichungen (3) ergiebt die Winkel φ, ψ, ϑ als Funktionen von t ausgedrückt. Mit Hülfe dieser letzteren werden jetzt nachträglich die Werthe von $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$ in dem System (11) ergänzt und vor allem die Seitenabweichung $\pm y$ als Funktion der Zeit berechnet. Hierzu tritt die Annahme, daß die Winkel $\varphi, \psi, \vartheta, \alpha$ sich während der in Betracht gezogenen Zeit wenig von ihren Anfangswerthen unterscheiden, daß nur flache Schüsse, also auch nur kleine

Schußwinkel, und, wie sich später zeigen wird, nur kleine Flugzeiten zugelassen werden.

Die Annahme über die Kleinheit jener Winkel wird durch die Versuche von Magnus mit Langgranaten bestätigt, welche dieser mit sehr kleiner Ladung, also kleiner Anfangsgeschwindigkeit abschießen ließ und von der Seite der Flugbahn aus beobachtete: die Spitze der Granate hob sich anfangs etwas (übereinstimmend mit den Versuchen am Bohnenberger'schen Apparat), und beschrieb dann langsam einen Kegel gegen die Tangente hin, mit sehr kleiner Oeffnung.

Bezeichnen danach $\Theta, \Psi, \varepsilon$ kleine Größen, so hat man zunächst statt ϑ zu setzen $90 + \Theta$, eben weil flache Schüsse vorausgesetzt werden, die Axe Sz_1 sich also wenig über die horizontale Ebene Sxy erhebt; im Anfang der Bewegung ist $-\Theta$ der Schuß- oder Elevationswinkel ε, unter welchem gezielt wird.

Ferner ist $\psi = 270° + \Psi$ zu nehmen: Es sollen nämlich rechtsdrehende Züge vorausgesetzt werden; in dem gleichen Sinne dreht sich das Geschoß um die Sz_1-Axe mit der konstanten Geschwindigkeit a; folglich hat man für den Schnitt SL der Ebenen x_1y_1 und xy denjenigen Theil dieser Geraden zu nehmen, für welchen der Winkel φ oder L_1Sx_1 rechtsdrehend wird, d. h. so, daß ein Beobachter, welcher in der Sx_1-Axe steht, mit den Füßen in S, die Ebene x_1y_1 entgegengesetzt der Richtung des Uhrenzeigers unter sich weggehen sieht. Im Anfange der Bewegung fällt die Ebene $\widehat{Sz\,Sz_1}$ mit der Ebene $\widehat{Sz\,Sx}$ zusammen, ist also $\Psi = 0$; ebenso sei $\varphi = 0$ zu dieser Zeit; alles zusammengefaßt hat man

$$\left.\begin{array}{r} \vartheta = 90° + \Theta \\ \psi = 270° + \Psi \\ \text{für } t = 0): \Theta = -\varepsilon \\ \varphi = 0 \\ \Psi = 0. \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

Die Quadrate und Produkte von $\Psi, \Theta, \frac{d\Psi}{dt}, \frac{d\Theta}{dt}$ werden vernachlässigt; aus (3) folgt, daß dann auch p und q, $\frac{dp}{dt}, \frac{dq}{dt}$ kleine Größen derselben Ordnung sind. Uebrigens mögen in der Folge der Einfachheit halber die $\measuredangle\,\Theta$ und Ψ selbst als ϑ und ψ geschrieben werden.

Bildet man den eingeführten Annahmen gemäß die früheren Ausdrücke, so wird zunächst die dritte Gleichung (3):

$$r = \frac{d\varphi}{dt} = a$$

(14) . . . . . $\varphi = at$; und deshalb das System (4):

(15) . . . . .
$$\begin{cases} a_1 = \vartheta \sin at + \psi \cos at \\ b_1 = \vartheta \cos at - \psi \sin at \\ c_1 = +1 \\ a_2 = \cos at \\ b_2 = -\sin at \\ c_2 = -\psi \\ a_3 = \sin at \\ b_3 = \cos at \\ c_3 = -\vartheta \end{cases}$$

Ferner werden die Gleichungen (8):

(16) . . .
$$\begin{cases} \cos\beta = \dfrac{(\vartheta \sin at + \psi \cos at)\frac{dx}{ds} + \cos at \frac{dy}{ds} + \sin at \frac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \\ \sin\beta = \dfrac{(\vartheta \cos at - \psi \sin at)\frac{dx}{ds} - \sin at \frac{dy}{ds} + \cos at \frac{dz}{ds}}{\sin\alpha} \end{cases}$$

Dies sind einige vorbereitende Formeln für die spätere Integration des Systems (12). Dem aufgestellten Gang der Berechnung gemäß soll jedoch zunächst das System (11) der Gleichungen der Translation ohne Rücksicht auf die darin enthaltenen von $\varphi\,\psi\,\vartheta$ abhängigen Terme integrirt werden: In Q und Z_1 (vergl. 5) ist der Winkel α enthalten; es wird $\cos\alpha$ gleich $\frac{dx}{ds} - \psi\frac{dy}{ds} - \vartheta\frac{dz}{ds}$; dafür ist also zu nehmen $\cos\alpha = \frac{dx}{ds}$; außerdem sind flache Schüsse vorausgesetzt, d. h. es soll $\left(\frac{dy}{dx}\right)^2$ gegen 1 vernachlässigt werden, so daß $ds = dx$; folglich ist zu nehmen: $\cos\alpha = 1$, $\sin\alpha = 0$; und damit nach (5) $Q = 0$, $Z_1 = \mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \cdot \frac{r^2\pi}{2}$. Diese Größe ist danach unter den gemachten Voraussetzungen der Werth der Resultante selbst; und die rechten Seiten von (11) oder von (1) werden gebildet, indem diese Resultante mit ihren Richtungskosinus $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$ multiplizirt wird; man erhält danach für die Komponenten X Y Z die Werthe

$$\mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2\cdot\frac{r^2\pi}{2}\cdot\frac{dx}{ds};\ \mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2\cdot\frac{r^2\pi}{2}\cdot\frac{dy}{ds};\ \mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2\cdot\frac{r^2\pi}{2}\cdot\frac{dz}{ds},$$

oder vielmehr

$$\mu\left(\frac{dx}{dt}\right)^2\cdot\frac{r^2\pi}{2}\cdot;\qquad \mu\frac{dx}{dt}\cdot\frac{dy}{dt}\cdot\frac{r^2\pi}{2};\qquad \mu\frac{dx}{dt}\cdot\frac{dz}{dt}\cdot\frac{r^2\pi}{2}-mg$$

und zwar negativ genommen; also lauten die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} m\frac{d^2x}{dt^2} &= -\mu\left(\frac{dx}{dt}\right)^2\cdot\frac{r^2\pi}{2}\\ m\frac{d^2y}{dt^2} &= -\mu\frac{dx}{dt}\cdot\frac{dy}{dt}\cdot\frac{r^2\pi}{2}\\ m\frac{d^2z}{dt^2} &= -\mu\frac{dx}{dt}\cdot\frac{dz}{dt}\cdot\frac{r^2\pi}{2}-mg. \end{aligned}\right\}\quad\ldots\ldots \qquad (17)$$

Später werden auf der rechten Seite noch Glieder hinzugefügt werden, welche von ϑ und ψ abhängen und deren Einfluß auf $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$ berechnet werden wird, nachdem Ausdrücke für ϑ und ψ in t bekannt sind.

Die erste Gleichung (17) giebt:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\sigma\cdot\left(\frac{dx}{dt}\right)^2, \text{ wo der Kürze halber } \sigma=\frac{\mu r^2\pi}{2m}$$

$$-\frac{\frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right)}{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2}=\sigma;\ \text{integrirt}$$

$$\frac{1}{\frac{dx}{dt}}=\sigma t+\text{const.}$$

Die Anfangsgeschwindigkeit der Translation sei v; ihre Richtung liegt in der xz-Ebene; der Elevationswinkel e ist klein angenommen, so daß $\cos e=1$, $\sin e=e$ und die x- und y-Komponenten von v gleich v und $v\cdot e$ sind, also ist

$$\text{const.}=\frac{1}{v}$$

$$\frac{dx}{dt}=\frac{v}{1+v\sigma t}$$

Damit wird die zweite Gleichung (17):

$$\frac{d^2y}{dt^2}=-\sigma\frac{v}{1+v\sigma t}\cdot\frac{dy}{dt};\ \text{integrirt}$$

$$\log\left(\frac{dy}{dt}\right) + \log(1 + v\sigma t) = \text{const.} = \log C$$

und da für $t = o$, $\frac{dy}{dt} = o$, ist $C = o$, also

$$\frac{dy}{dt} = o.$$

Die dritte Gleichung nimmt die Form an:

$$\frac{d^2z}{dt} = -\sigma \cdot \frac{v}{1 + v\sigma t} \cdot \frac{dz}{dt} - g.$$

Ein erstes Integral sei

$$\frac{dz}{dt} = M \,.\, N,$$

wo M und N zwei passend zu bestimmende Funktionen von t sind; damit wird die Gleichung

$$M' N + M N' + \frac{\sigma v}{1 + v\sigma t} \cdot M \cdot N = -g$$

der Faktor von M gleich Null gesetzt:

$$N' + \frac{\sigma v}{1 + v\sigma t} N = -g$$

$$\frac{N'}{N} = \frac{-\sigma v}{1 + v\sigma t}$$

$$\log N + \log(1 + v\sigma t) = \text{const} = \log 1,$$

wenn die willkürliche Konstante auf diejenige von $\frac{dz}{dt}$ geworfen wird;

$$N = \frac{1}{1 + v\sigma t};\ \text{damit ist}$$

$$M' \cdot \frac{1}{1 + v\sigma t} = -g$$

$$M = -gt\left(1 + \frac{v\sigma t}{2}\right)$$

$$\frac{dz}{dt} = M \,.\, N = -\frac{gt\left(1 + \frac{v\sigma t}{2}\right)}{1 + v\sigma t} + \text{const.},$$

für $t = o$ ist $\frac{dz}{dt} = v \,.\, e$, also

$$\frac{dz}{dt} = \frac{-gt\left(1 + \frac{v\sigma t}{2}\right) + ve}{1 + v\sigma t} = \frac{v\delta}{1 + v\sigma t},\ \text{wenn}\ \delta = e - \frac{gt}{v}\left(1 + \frac{v\sigma t}{2}\right)$$

$$= e + \gamma_1 - \gamma_1 (1 + v\sigma t)^2;\ \gamma_1 = \frac{g}{2\sigma v^2}.$$

Diese vorläufigen Werthe

$$\left.\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \frac{v}{1+v\sigma t} \\ \frac{dy}{dt} &= 0 \\ \frac{dz}{dt} &= \frac{v\delta}{1+v\sigma t}, \text{ wo } \delta = e + \gamma_1 - \gamma_1 (1+v\sigma t)^2;\ \gamma_1 = \frac{g}{2\sigma v^2} \end{aligned}\right\} . \quad (18)$$

sind dem wiederholt angeführten Entwicklungsgang der Rechnung gemäß bei der Bildung des Systems (12) der Rotation zu verwerthen.

Aus (16) wird:

$$\cos\beta = \frac{(\vartheta \sin at + \psi \cos at)\frac{dx}{ds} + \cos at \frac{dy}{ds} + \sin at \frac{dz}{ds}}{\sin\alpha}$$

$$= \frac{(\vartheta \sin at + \psi \cos at)\frac{dx}{dt} + \cos at \frac{dy}{dt} + \sin at \frac{dz}{dt}}{\sin\alpha \cdot \frac{ds}{dt}}$$

$$= \frac{(\vartheta \sin at + \psi \cos at) \cdot \frac{v}{1+v\sigma t} + \sin at \cdot \frac{v\delta}{1+v\sigma t}}{\sin\alpha \cdot \frac{\sqrt{v^2+v^2\delta^2}}{1+v\sigma t}}, \quad \text{also}$$

$$\left.\begin{aligned} \cos\beta &= \frac{\vartheta \sin at + \psi \cos at + \sin at \cdot \delta}{\sin\alpha \sqrt{1+\delta^2}}; \quad \text{ebenso} \\ \sin\beta &= \frac{\vartheta \cos at - \psi \sin at + \cos at\,\delta}{\sin\alpha \sqrt{1+\delta^2}}; \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

hier und in dem Ausdruck Q kommt Winkel α vor; es ist, cf. oben

$$\cos\alpha = \frac{dx}{ds} - \psi\frac{dy}{ds} - \vartheta\frac{dz}{ds}$$

$$= \frac{\frac{dx}{dt} - \psi\frac{dy}{dt} - \vartheta\frac{dz}{dt}}{\frac{ds}{dt}}$$

$$= \frac{v - \vartheta v\delta}{\sqrt{v^2+v^2\delta^2}}$$

$$\cos\alpha = \frac{1-\vartheta\delta}{\sqrt{1+\delta^2}}$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{1-2\vartheta\delta}{1+\delta^2}} = \sqrt{\frac{\delta^2+2\vartheta\delta}{1+\delta^2}},$$

nun ist $\delta = e + \gamma_1 - \gamma_1 (1 + v\sigma t)^2$; e ist der kleine Elevationswinkel; γ_1 und $v\sigma$ sind Brüche, t klein angenommen, also ist δ von der Ordnung der Größe e, ϑ ist ebenfalls ein Bruch; also $\sin\alpha$ sehr klein, $\sin\alpha = \alpha$, und $\cos\alpha$ sehr nahe gleich 1; zusammen: $\cos\alpha = 1$; $\sin\alpha = \alpha$; $\delta^2 = 0$.

Aus (5) folgt:

$$Q = \mu \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \cdot \frac{r^2\pi}{4} \cdot \alpha \cdot 2$$
$$= \mu \frac{r^2\pi}{2} \cdot \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \cdot \alpha,$$

damit werden die Gleichungen (12), zunächst die erste derselben

$$A\frac{dp}{dt} - (A - C)\,aq = \mu \frac{r^2\pi}{2} \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 \cdot \alpha \cdot \left(\frac{\frac{3}{8} hr\pi + h^2 tg\frac{\alpha}{2}}{\frac{3}{8} r\pi + 2h\,tg\frac{\alpha}{2}} - h_1\right)$$
$$\cdot \frac{\vartheta \cos at - \psi \sin at + \cos at \cdot \delta}{\alpha \cdot \sqrt{1 + \delta^2}}$$

oder da sich α im Nenner und Zähler hebt, $\left(\frac{ds}{dt}\right)^2$ gleich

$$\frac{v^2 + v^2\delta^2}{(1 + v\sigma t)^2} = \frac{v^2}{(1 + v\sigma t)^2}(1 + \delta^2) = \frac{v^2}{(1 + v\sigma t)^2}$$ ist und

$$tg\frac{\alpha}{2} = \frac{\sin\alpha}{1 + \cos\alpha} = \frac{\alpha}{2},$$ hat man

(20)
$$A\frac{dp}{dt} - (A - C)\,aq = \frac{\mu v^2 r^2 \pi}{2(1 + v\sigma t)^2} \cdot \left(\frac{\frac{3}{4} hr\pi + h^2\alpha}{\frac{3}{4} r\pi + 2ha} - h_1\right)$$
$$(\vartheta \cos at - \psi \sin at + \cos at \cdot \delta),$$

analog die zweite Gleichung

$$A\frac{dq}{dt} + (A - C)\,ap = -\frac{\mu v^2 r^2 \pi}{2(1 + v\sigma t)^2} \left(\frac{\frac{3}{4} hr\pi + h^2\alpha}{\frac{3}{4} r\pi + 2h\alpha} - h_1\right)$$
$$(\vartheta \sin at + \psi \cos at + \sin at \cdot \delta).$$

Hier drückt $z_1 = \frac{\frac{3}{4} hr\pi + h^2\alpha}{\frac{3}{4} r\pi + 2h\alpha} - h_1$ die Beziehung zwischen der

z_1-Koordinate des Angriffspunkts der Reſultante und dem Winkel zwiſchen Geſchoßaxe und Tangente aus. Wie oben angeführt, hat Herr Kummer über dieſe Beziehung phyſikaliſche Verſuche angeſtellt, mittelſt eines eigens dafür konſtruirten Apparats, welcher in der genannten Abhandlung ausführlich beſchrieben iſt; die Beziehung wurde graphiſch aufgetragen; die Kurven zeigen, daß die obige Relation mit derjenigen, welche die Verſuche geben, wenig übereinſtimmt; dagegen für kleine Werthe jenes Winkels zwiſchen Axe und Richtung des Luftdrucks, wie ſie oben angenommen ſind, deckt ſich der Werth von z_1 ſehr genau mit dem Werth, den man erhält, wenn man im Nenner und Zähler des Ausdrucks die zweiten Glieder nicht hinzunimmt, ſo daß $z_1 = \frac{\frac{3}{4} hr\pi}{\frac{3}{4} r\pi} - h_1$;

$z_1 = h - h_1$; danach ſind

$$\left.\begin{aligned} \frac{dp}{dt} - \varrho aq &= f\cdot(\vartheta\cos at - \psi\sin at + \cos at\cdot\delta)\\ \frac{dq}{dt} + \varrho aq &= -f\cdot(\vartheta\sin at + \psi\cos at + \sin at\,\delta),\end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (21)$$

wo $$\varrho = \frac{A-C}{A};\quad f = \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h-h_1)}{2A(1+v\sigma t)^2}$$

die zu integrirenden Gleichungen der Rotationsbewegung. Zu dieſen kommen die ſchon angeführten Gleichungen (3a) oder jetzt

$$\left.\begin{aligned} \frac{d\psi}{dt} &= -p\sin at - q\cos at\\ \frac{d\vartheta}{dt} &= p\cos at - q\sin at\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (22)$$

Aus (21) und (22) iſt p und q zu eliminiren und ϑ und ψ als Funktion der Zeit zu beſtimmen. Leichter geſchieht die Integration der Gleichungen in (21) und (22) gemeinſchaftlich nach bekannten Methoden.

Folgende Ausdrücke mögen Integrale für p, q, ϑ, ψ vorſtellen, darin $P\,Q\,\Theta\,\Psi\,p_1\,q_1\,\vartheta_1\,\psi_1$ willkürliche Funktionen, die noch näher zu beſtimmen ſind:

$$\left.\begin{aligned} p &= P\cos at + Q\sin at + p_1 \;\Big|\; \vartheta = \Theta\cos at + \Psi\sin at + \vartheta_1\\ q &= Q\cos at - P\sin at + q_1 \;\Big|\; \psi = \Psi\cos at - \Theta\sin at + \psi_1;\end{aligned}\right\} \quad (23)$$

ähnlich wie in den Gleichungen der Optik setzt man diese vorläufig angenommenen Ausdrücke ein, vergleicht die Koeffizienten von cos at, sin at ... der Null und erhält damit eine Reihe von neuen Bestimmungsgleichungen für die Größen P, Q ... Setzt man ein, so heben sich die Quadrate und Produkte der sin und cos weg; ferner werden die Koeffizienten des cos in 21(a) und des sin in 21(b), sowie die des sin in 21(a) und des cos in 21(b), analog in (22) mit einander identisch, und man erhält folgende 8 Bestimmungsgleichungen, welche der Reihe nach aus dem Nullsetzen der Koeffizienten 1) des cos in 21(a) oder des sin in 21(b), 2) des cos in 21(b) oder des sin in 21(a), 3) des cos in 22(a) oder des sin in 22(b), 4) des cos in 22(b) oder des sin in 22(a), und 5) bis 8) aus dem Nullsetzen der von trigonometrischen Funktionen freien Glieder aller 4 Gleichungen folgen:

$$
\begin{aligned}
&1)\ \frac{dP}{dt} + Q\cdot a - \varrho Q a = f\cdot(\vartheta_1 + \delta)\\
&2)\ \frac{dQ}{dt} - Pa + \varrho P a = -f\cdot\psi_1\\
&3)\ \frac{d\Psi}{dt} - \Theta\cdot a = -q_1\\
&4)\ \frac{d\Theta}{dt} + \Psi\cdot a = p_1\\
&5)\ \frac{dp_1}{dt} - \varrho a q_1 = f\cdot\Theta\\
&6)\ \frac{dq_1}{dt} + \varrho a p_1 = -f\cdot\Psi\\
&7)\ \frac{d\psi_1}{dt} = -Q\\
&8)\ \frac{d\vartheta_1}{dt} = P
\end{aligned}
$$

In den 4 ersten Gleichungen ist resp. $\frac{dP}{dt}$, $\frac{dQ}{dt}$, $\frac{d\Psi}{dt}$, $\frac{d\Theta}{dt}$ in Folge des Werthes von a (= 744) klein gegen Qa, Pa, Θa, Ψa, also hat man

$$
(24)\quad \left\{
\begin{aligned}
Q &= \frac{f\cdot(\vartheta_1+\delta)}{a(1-\varrho)}\\
P &= \frac{f\cdot\psi_1}{a(1-\varrho)}\\
\Theta &= \frac{q_1}{a}\\
\Psi &= \frac{p_1}{a}
\end{aligned}
\right.
$$

womit die 4 letzten Gleichungen werden:

$$\left.\begin{array}{l|l} \frac{dp_1}{dt} = q_1\left(\varrho a + \frac{f}{a}\right) & \frac{d\psi_1}{dt} = -\frac{f\cdot(\vartheta_1+\delta)}{a(1-\varrho)} \\ \frac{dq_1}{dt} = -p_1\left(\varrho a + \frac{f}{a}\right) & \frac{d\vartheta_1}{dt} = \frac{f\cdot\psi_1}{a(1-\varrho)} \end{array}\right\} \quad . \quad . \quad (25)$$

Diese 4 Bestimmungs- und Hülfsgleichungen (25) sind wiederum Differentialgleichungen erster Ordnung, mit den Unbekannten $p_1 q_1 \psi_1 \vartheta_1$. Denkt man sich für einen Augenblick in der dritten δ weggelassen, so haben die zwei letzten dieselbe Form wie die zwei ersten. Die zwei ersten liefern:

$$p_1\,dp_1 + q_1\,dq_1 = 0, \text{ also } p_1^2 + q_1^2 = \text{const.}$$

$$q_1\frac{dp_1}{dt} - p_1\frac{dq_1}{dt} = \left(\varrho a + \frac{f}{a}\right)(p_1^2 + q_1^2), \text{ oder}$$

$$\frac{q_1\frac{dp_1}{dt} - p_1\frac{dq_1}{dt}}{p_1^2 + q_1^2} = \varrho a + \frac{f}{a}, \text{ integrirt}$$

$$\operatorname{arctg}\frac{p_1}{q_1} = \varrho a t + \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A(1+v\sigma)a}\cdot t + \text{constans } S$$

oder, wenn zur Abkürzung

$$\pi_1 = \varrho a t + \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)\, t}{2A(1+v\sigma)a}$$

$$\operatorname{arctg}\frac{p_1}{q_1} = \pi_1 + S$$

$$\frac{p_1}{q_1} = \operatorname{tg}(\pi_1 + S) = \frac{\sin(\pi_1 + S)}{\cos(\pi_1 + S)} = \frac{\sin\pi_1\, C + \cos\pi_1\, D}{\cos\pi_1\, C - \sin\pi_1\, D}$$

wobei $\cos S_1$ und $\sin S_1$ gleich zwei anderen (festen) Konstanten gesetzt wurden, deren Bestimmung sich unten aus dem Anfangszustand ergeben wird. Also sind die Ausdrücke von p_1 und q_1:

$$\left.\begin{array}{l} p_1 = C\sin\pi_1 + D\cos\pi_1 \\ q_1 = C\cos\pi_1 - D\sin\pi_1; \text{ und nach der angeführten Analogie} \\ \vartheta_1 = A\sin\pi_2 + B\cos\pi_2 \\ \psi_1 = A\cos\pi_2 - B\sin\pi_2 \text{ ebenfalls Integrale für } \vartheta_1 \text{ und} \end{array}\right\} \quad (26)$$

ψ_1, wobei jedoch A, B und π_2 zunächst noch unbekannte Funktionen sind, welche durch Einsetzung der Ausdrücke von ϑ_1 und ψ_1 in (25) sich ergeben werden; man erhält:

$$\frac{dA}{dt}\cos\pi_2 - \frac{dB}{dt}\sin\pi_2 - A\sin\pi_2\frac{d\pi_2}{dt} - B\cos\pi_2\frac{d\pi_2}{dt} = \frac{-f\cdot(A\sin\pi_2 + B\cos\pi_2 + \delta)}{a(1-\varrho)}$$

$$\frac{dA}{dt}\sin\pi_2+\frac{dB}{dt}\cos\pi_2+A\cos\pi_2\frac{d\pi_2}{dt}-B\sin\pi_2$$
$$=\frac{+f\cdot(A\cos\pi_2-B\sin\pi_2)}{a(1-\varrho)}.$$

Diese Gleichungen werden befriedigt, wenn man erſten

$$\begin{cases}\frac{dA}{dt}\cos\pi_2-\frac{dB}{dt}\cdot\sin\pi_2=\frac{-f\delta}{a(1-\varrho)}\\ \frac{dA}{dt}\sin\pi_2+\frac{dB}{dt}\cos\pi_2=0\end{cases}$$

und zweitens π_2 derartig beſtimmt, daß $\frac{d\pi_2}{dt}$ und $\frac{}{a}$ beiderſeitiger Faktor von $A\sin\pi_2$ reſp. $A\cos\pi_2$, ſich d. h. ſo, daß

$$\frac{d\pi_2}{dt}=\frac{f}{a(1-\varrho)}$$
$$\pi_2=\int\frac{fdt}{a(1-\varrho)}=\int\frac{\mu v^2r^2\pi(h-h_1)\cdot dt}{2Aa(1-\varrho)(1+v\sigma t)^2}$$

(27) . . . $\pi_2=\frac{\mu v^2r^2\pi(h-h_1)t}{2A(1+v\sigma t)\cdot a}$.

Die Konſtante mußte nämlich ſo beſtimmt werden, daß auch $\pi_2=0$ wird, damit es (cf. 26) möglich iſt, ψ_1 und damit (cf. 23) ψ für $t=0$ zu Null werden zu l daß ψ und ϑ ſtets $=0$ iſt. Ferner wurde ſtatt 1 - die Einheit geſetzt, wie auch in der Folge geſchehen Berechtigung dafür zeigt die unten durchgeführte Ber

Andererſeits liefern die beiden Beſtimmungsgleichung und $\frac{dB}{dt}$:

$$\frac{dA}{dt}=\frac{-f\cdot\delta\cdot\cos\pi_2}{a};\quad\frac{dB}{dt}=\frac{f\cdot\delta\cdot\sin\pi_2}{a}$$

(28) . . $A=A_1-\int\frac{f\cdot\delta\cdot\cos\pi_2}{a};B=B_1+\int\frac{f\cdot\delta\cdot\sin\pi_2}{a}$

Folge deſſen die geſuchten Größen der Rotationsbewegung $p\ q\ \vartheta\ \psi$ als Funktionen der Zeit beſtimmt; es wird

$$Q = \frac{f}{a}(A \sin \pi_2 + B \cos \pi_2 + \delta)$$

$$P = \frac{f}{a}(A \cos \pi_2 - B \sin \pi_2)$$

$$\vartheta = \frac{C \cos \pi_1 - D \sin \pi_1}{a}$$

$$\psi = \frac{C \sin \pi_1 + D \cos \pi_1}{a};\ \text{damit}$$

$$\left.\begin{aligned} p &= C \sin \pi_1 + D \cos \pi_1 + \frac{f}{a}\Big\{(A \cos \pi_2 - B \sin \pi_2) \cos at \\ &\qquad + (A \sin \pi_2 + B \cos \pi_2 + \delta) \sin at\Big\} \\ q &= C \cos \pi_1 - D \sin \pi_1 + \frac{f}{a}\Big\{(A \sin \pi_2 + B \cos \pi_2 + \delta) \cos at \\ &\qquad - (A \cos \pi_2 - B \sin \pi_2) \sin at\Big\} \end{aligned}\right\}$$

oder

$$\left.\begin{aligned} p &= C \sin \pi_1 + D \cos \pi_1 + \frac{f \cdot \delta \cdot \sin at}{a} \\ &\quad + \frac{f}{a}\Big\{\Big(A_1 - \int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2\, dt}{a}\Big) \cos (at - \pi_2) \\ &\qquad + \Big(B_1 + \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2\, dt}{a}\Big) \sin (at - \pi_2)\Big\} \\ q &= C \cos \pi_1 - D \sin \pi_1 + \frac{f \cdot \delta \cdot \cos at}{a} \\ &\quad + \frac{f}{a}\Big\{-\Big(A_1 - \int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2\, dt}{a}\Big) \sin (at - \pi_2) \\ &\qquad + \Big(B_1 - \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2\, dt}{a}\Big) \cos (at - \pi_2)\Big\} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (29)$$

$$\frac{dA}{dt}\sin\pi_2 + \frac{dB}{dt}\cos\pi_2 + A\cos\pi_2\frac{d\pi_2}{dt} - B\sin\pi_2\frac{d\pi_2}{dt} = \frac{+f\cdot(A\cos\pi_2 - B\sin\pi_2)}{a(1-\varrho)}.$$

Diese Gleichungen werden befriedigt, wenn man erstens setzt:

$$\begin{cases} \frac{dA}{dt}\cos\pi_2 - \frac{dB}{dt}\cdot\sin\pi_2 = \frac{-f\delta}{a(1-\varrho)} \\ \frac{dA}{dt}\sin\pi_2 + \frac{dB}{dt}\cos\pi_2 = 0 \end{cases}$$

und zweitens π_2 derartig bestimmt, daß $\frac{d\pi_2}{dt}$ und $\frac{f}{a(1-\varrho)}$, als beiderseitiger Faktor von $A\sin\pi_2$ resp. $A\cos\pi_2$, sich aufheben; d. h. so, daß

$$\frac{d\pi_2}{dt} = \frac{f}{a(1-\varrho)}$$

$$\pi_2 = \int\frac{fdt}{a(1-\varrho)} = \int\frac{\mu v^2 r^2\pi(h-h_1)\cdot dt}{2Aa(1-\varrho)(1+v\sigma t)^2}$$

$$(27)\quad \ldots\quad \pi_2 = \frac{\mu v^2 r^2\pi(h-h_1)\,t}{2A(1+v\sigma t)\cdot a}.$$

Die Konstante mußte nämlich so bestimmt werden, daß für $t=o$ auch $\pi_2 = o$ wird, damit es (cf. 26) möglich ist, ψ_1 für $t=o$ und damit (cf. 23) ψ für $t=o$ zu Null werden zu lassen, ohne daß ψ und ϑ stets $=o$ ist. Ferner wurde statt $1-\varrho$ einfach die Einheit gesetzt, wie auch in der Folge geschehen wird; die Berechtigung dafür zeigt die unten durchgeführte Berechnung. — Andererseits liefern die beiden Bestimmungsgleichungen für $\frac{dA}{dt}$ und $\frac{dB}{dt}$:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{-f\cdot\delta\cdot\cos\pi_2}{a};\quad \frac{dB}{dt} = \frac{f\cdot\delta\cdot\sin\pi_2}{a},\ \text{integrirt}$$

$$(28)\quad \ldots\quad A = A_1 - \int\frac{f\cdot\delta\cdot\cos\pi_2}{a};\quad B = B_1 + \int\frac{f\cdot\delta\cdot\sin\pi_2}{a}$$

$A_1 B_1$ zwei (feste) Konstanten, die unten bestimmt werden.

... der Werthe π_2 (27), A und B (28) sind diejen... ... die Ausdrücke P Q ϑ Ψ (24) und

Folge deſſen die geſuchten Größen der Rotationsbewegung p q ϑ ψ als Funktionen der Zeit beſtimmt; es wird

$$Q = \frac{f}{a}(A \sin \pi_2 + B \cos \pi_2 + \delta)$$

$$P = \frac{f}{a}(A \cos \pi_2 - B \sin \pi_2)$$

$$\vartheta = \frac{C \cos \pi_1 - D \sin \pi_1}{a}$$

$$\psi = \frac{C \sin \pi_1 + D \cos \pi_1}{a};\ \text{damit}$$

$$\left.\begin{aligned} p &= C \sin \pi_1 + D \cos \pi_1 + \frac{f}{a}\Big\{(A \cos \pi_2 - B \sin \pi_2) \cos at \\ &\qquad + (A \sin \pi_2 + B \cos \pi_2 + \delta) \sin at\Big\} \\ q &= C \cos \pi_1 - D \sin \pi_1 + \frac{f}{a}\Big\{(A \sin \pi_2 + B \cos \pi_2 + \delta) \cos at \\ &\qquad - (A \cos \pi_2 - B \sin \pi_2) \sin at\Big\} \end{aligned}\right\}.$$

oder

$$\left.\begin{aligned} p &= C \sin \pi_1 + D \cos \pi_1 + \frac{f \cdot \delta \cdot \sin at}{a} \\ &\quad + \frac{f}{a}\Big\{\Big(A_1 - \int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2\, dt}{a}\Big) \cos(at - \pi_2) \\ &\qquad + \Big(B_1 + \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2\, dt}{a}\Big) \sin(at - \pi_2)\Big\} \\ q &= C \cos \pi_1 - D \sin \pi_1 + \frac{f \cdot \delta \cdot \cos at}{a} \\ &\quad + \frac{f}{a}\Big\{-\Big(A_1 - \int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2\, dt}{a}\Big) \sin(at - \pi_2) \\ &\qquad + \Big(B_1 - \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2\, dt}{a}\Big) \cos(at - \pi_2)\Big\} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (29)$$

ferner

$$\begin{cases} \vartheta = \dfrac{C\cos\pi_1 - D\sin\pi_1}{a}\cdot\cos at + \dfrac{C\sin\pi_1 + D\cos\pi_1}{a}\cdot\sin at \\ \qquad\qquad + A\sin\pi_2 + B\cos\pi_2 \\ \psi = \dfrac{C\sin\pi_1 + D\cos\pi_1}{a}\cdot\cos at - \dfrac{C\cos\pi_1 - D\sin\pi_1}{a}\cdot\sin at \\ \qquad\qquad + A\cos\pi_2 - B\sin\pi_2 \end{cases}$$

oder

$$(30)\quad \ldots \begin{cases} \vartheta = \dfrac{C\cos(at-\pi_1) + D\sin(at-\pi_1)}{a} \\ \qquad + \left(A_1 - \int\dfrac{f\cdot\delta\cdot\cos\pi_2\,dt}{a}\right)\sin\pi_2 \\ \qquad + \left(B_1 + \int\dfrac{f\cdot\delta\cdot\sin\pi_2\,dt}{a}\right)\cos\pi_2 \\ \psi = -\dfrac{C\sin(at-\pi_1) + D\cos(at-\pi_1)}{a} \\ \qquad + \left(A_1 - \int\dfrac{f\cdot\delta\cdot\cos\pi_2\,dt}{a}\right)\cos\pi_2 \\ \qquad - \left(B_1 + \int\dfrac{f\cdot\delta\cdot\sin\pi_2\,dt}{a}\right)\sin\pi_2 \end{cases}$$

Die Konstanten A_1 B_1 C D werden durch den Anfangszustand bestimmt; im Anfang der Bewegung, beim Austritt der Granate aus dem Rohr, hat dieselbe eine gewisse Geschwindigkeit der Translation v und der Rotation; die Anfangsrichtung der Tangente liegt in der xz-Ebene, und da bei den Hinterladern der Bleimantel des Geschosses stark in die Züge hineingepreßt wird, so ist dadurch eine sichere Führung im Rohr gegeben, und sind seitliche Verschiebungen des Geschosses oder Rotationen um andere Axen als die Seelenaxe ausgeschlossen, also ist für $t = o$: $p = o$; $q = o$ $\psi = o$; $\vartheta = -e$; $\delta = e$; $\pi_1 = o$, $\pi_2 = o$; zusammengefaßt:

$$\text{für } t = o\text{: } p = o,\ q = o,\ \psi = o,\ \vartheta = -e$$
$$\pi_1 = o,\ \pi_2 = o;\ \delta = e$$

aus (29) und (30) wird:

$$o = D + \frac{f \cdot A_1}{a}$$

$$o = C + \frac{f \cdot e}{a} + \frac{f \cdot B_1}{a}$$

$$-e = \frac{C}{a} + B_1$$

$$o = \frac{D}{a} + A_1$$

daraus

$$\left.\begin{array}{lll} A_1\left(1-\frac{f}{a^2}\right) = o & \text{also} \ldots & A_1 = o \\ D\left(1-\frac{f}{a^2}\right) = o & = & D = o \\ B_1\left(1-\frac{f}{a^2}\right) = -e - \frac{fe}{a^2} & = & B_1 = -e \\ C\left(1-\frac{f}{a^2}\right) + \frac{fe}{a} = \frac{fe}{a} & = & C = o \end{array}\right\} \quad . . \quad (31)$$

also

$$p = \frac{f \cdot \delta \cdot \sin at}{a} + \frac{f}{a}\left\{-\int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a} \cdot \cos (at - \pi_2) + \left(-e + \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a}\right) \cdot \sin (at - \pi_2)\right\}$$

$$q = \frac{f \cdot \delta \cdot \cos at}{a} + \frac{f}{a}\left\{+\int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a} \cdot \sin (at - \pi_2) + \left(-e + \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a}\right) \cdot \cos (at - \pi_2)\right\}$$

$$\vartheta = -\int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a} \cdot \sin \pi_2 + \left(-e + \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a}\right) \cos \pi_2$$

$$\psi = -\int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a} \cdot \cos \pi_2 + \left(-e + \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a}\right) \sin \pi_2 ;$$

oder kürzer:

$$\left.\begin{array}{l} p = \frac{f}{a}\left\{\delta \sin at - (e - J_1) \sin (at - \pi_2) - J \cos (at - \pi_2)\right\} \\ q = \frac{f}{a}\left\{\delta \cos at - (e - J_1) \cos (at - \pi_2) + J \sin (at - \pi_2)\right\} \end{array}\right\} \quad . \quad (32)$$

$$(33) \quad \ldots \ldots \quad \begin{cases} \vartheta = -[J \sin \pi_2 + (e - J_1) \cos \pi_2] \\ \psi = -[J \cos \pi_2 - (e - J_1) \sin \pi_2] \end{cases}$$

wobei

$$\begin{cases} J = \int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a} = \int \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A (1 + v\sigma t)^2} \cdot (e + \gamma_1 - \gamma_1 (1 + v\sigma t)^2) \\ \qquad \cdot \frac{\cos \pi_2 \, dt}{a} \\ J_1 = \int \frac{f \cdot \delta \cdot \sin \pi_2 \, dt}{a} \end{cases}$$

Die nähere Betrachtung von p und q würde die periodiſchen Bewegungen der augenblicklichen Drehaxe ergeben. Hier handelt es ſich hauptſächlich um die Bewegungen der Geſchoßaxe, alſo um ϑ und ψ. Deren Integrale $J\, J_1$ ſind näherungsweiſe zu ermitteln und dann mit Hülfe von ϑ und ψ die Werthe von $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$ zu vervollſtändigen und die Abweichung y zu berechnen. Nachdem dies geleiſtet, ſoll die berechnete Abweichung mit der beobachteten verglichen und endlich die wirklich ſtattfindende Rotationsbewegung der Geſchoßaxe unterſucht werden.

§ 4.

Integration der Bewegungsgleichungen des Schwerpunkts.

Die Integrale J und J_1 erhält man folgendermaßen: es iſt

$$J = \int \frac{f \cdot \delta \cdot \cos \pi_2 \, dt}{a}; \quad f = \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A (1 + v\sigma t)^2}; \quad \pi_2 = \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1) t}{2Aa (1 + v\sigma t)}$$

$$\delta = e + \gamma^1 - \gamma^1 (1 + v\sigma t)^2$$

oder wenn zur Abkürzung geſetzt wird

$$\varrho_1 = \frac{Aa}{vm (h - h_1)}$$

ſo wird, da $\frac{\mu r^2 \pi}{2m} = \sigma$; $\pi_2 = \frac{v\sigma t}{\varrho_1 (1 + v\sigma t)}$; $f = \frac{v\sigma a}{\varrho_1 (1 + v\sigma t)^2}$;

alſo $J = \int \frac{\delta \cdot \cos \pi_2 \cdot v\sigma a}{\varrho_1 a (1 + v\sigma t)^2} dt$;

aber $\frac{d\pi_2}{dt} = \frac{v\sigma}{\varrho_1 (1+v\sigma t)^2}$ oder $v\sigma \cdot dt = \varrho_1 (1+v\sigma t)^2 \cdot d\pi_2$, alſo

$$J = \int \frac{\delta \cos \pi_2 \cdot \mathfrak{a} \cdot}{\varrho_1 \mathfrak{a} (1+v\sigma t)^2} \cdot \varrho_1 (1+v\sigma t)^2 \, d\pi_2 = \int \delta \cos \pi_2 \, d\pi_2 ;$$

$$\left.\begin{aligned} J &= \int \delta \cos \pi_2 \, d\pi_2 = \int (e + \gamma_1 - \gamma_1 (1+v\sigma t)^2) \cos \pi_2 \, d\pi_2 \\ J_1 &= \int \delta \sin \pi_2 \, d\pi_2 = \int (e + \gamma_1 - \gamma_1 (1+v\sigma t)^2) \sin \pi_2 \cdot d\pi_2 \end{aligned}\right\} ; \text{ integrirt}$$

$$J = (e + \gamma_1) \sin \pi_2 - \gamma_1 \int (1+v\sigma t)^2 \cos \pi_2 \, d\pi_2$$

dabei iſt von $\pi_2 = 0$, entſprechend $t = 0$, an zu integriren, damit (cf. 33) im Anfang der Bewegung $\vartheta = -e$, $\psi = 0$ ſein kann. Durch wiederholte partielle Integration wird

$$\begin{aligned} \int (1+v\sigma t)^2 \cos d\pi_2 &= (1+v\sigma t)^2 \sin \pi_2 - \int 2 (1+v\sigma t) \, v\sigma \cdot dt \cdot \sin \pi_2 \\ &= (1+v\sigma t)^2 \sin \pi_2 - \int 2 \varrho_1 (1+v\sigma t)^2 \sin \pi_2 \cdot d\pi_2 \\ &= (1+v\sigma t)^2 \sin \pi_2 - 2 \varrho_1 (1+v\sigma t)^2 (1 - \cos \pi_2) \\ &\qquad - \int 2 \cdot 3 \cdot \varrho_1 (1+v\sigma t)^2 \, v\sigma dt \cdot \cos \pi_2 \\ &= (1+v\sigma t)^2 \sin \pi_2 - 2 \varrho_1 (1+v\sigma t)^2 (1 - \cos \pi_2) \\ &\qquad - \int 2 \cdot 3 \cdot \varrho_1^2 (1+v\sigma t)^4 \cos \pi_2 \, d\pi_2 \\ &= (1+v\sigma t)^2 \sin \pi_2 - 2 \varrho_1 (1+v\sigma t)^2 (1 - \cos \pi_2) \\ &\qquad - 2 \cdot 3 \cdot \varrho_1^2 (1+v\sigma t)^4 \sin \pi_2 + \cdots \end{aligned}$$

u. ſ. f.

$$\begin{aligned} &= (1 - 2 \cdot 3 \varrho_1^2 (1+v\sigma t)^2 + \cdots) (1+v\sigma t)^2 \sin \pi_2 \\ &\qquad - (2 - 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \varrho_1^2 (1+v\sigma t)^2 + \cdots) \\ &\qquad \cdot \varrho_1 \cdot (1+v\sigma t)^2 (1 - \cos \pi_2) \cdot \end{aligned}$$

analog J_1; mit Weglaſſung der kleinen Brüche ϱ_1^2, ϱ_1^3 ꝛc. wird ſomit

$$(34)\quad \ldots \quad \begin{cases} J = (e+\gamma_1)\sin\pi_2 - \gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2 + 2\varrho \\ \qquad (1+v\sigma t)^2(1-\cos\pi_2) \\ J_1 = (e+\gamma_1)(1-\cos\pi_2) - \gamma_1(1+v\sigma t)^2(1-\cos \\ \qquad -2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2 \end{cases}$$

Dieſe Ausdrücke in ϑ und ψ (33) eingeführt, erhält letztere in Funktion der Zeit:

$$-\vartheta = [(e+\gamma_1)\sin\pi_2 - \gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2 + 2\varrho_1\gamma_1(1+ \\ (1-\cos\pi_2)]\cdot\sin\pi_2$$

$$+[e-(e+\gamma_1)(1-\cos\pi_2)+\gamma_1(1+v\sigma t)^2(1-\cos\pi_ \\ +2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2]\cdot\cos\pi_2$$

$$-\psi = [(e+\gamma_1)\sin\pi_2 - \gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2 + 2\varrho_1\gamma_1(1+ \\ (1-\cos\pi_2)]\cos\pi_2$$

$$-[e-(e+\gamma_1)(1-\cos\pi_2)+\gamma_1(1+v\sigma t)^2(1-\cos\pi \\ +2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^2\sin\pi_2]\sin\pi_2$$

oder

$$(35)\quad \ldots \quad \begin{cases} \vartheta = -e+\gamma_1[(1+v\sigma t)^2-1](1-\cos\pi_2) - 2 \\ \qquad (1+v\sigma t)^2\sin\pi_2 \\ \psi = \qquad \gamma_1[(1+v\sigma t)^2-1]\ .\ \sin\pi_2 + 2 \\ \qquad (1+v\sigma t)^2(1-\cos\pi_2) \end{cases}$$

Dies ſind die definitiven Ausdrücke für die beiden ϑ und ψ, welche zuſammen mit $\varphi = at$ die Stellung der G axe in jedem Augenblick erkennen laſſen. Für $t=o$ iſt $\vartheta = \psi = o$, wie der Fall ſein mußte. Mittelſt der erhaltenen drücke ſind die Gleichungen (17) oder (11) der Transla bewegung zu ergänzen; nämlich

$$\begin{cases} m\,d^2x = -(a_1 Q\cos\beta + b_1 Q\sin\beta + c_1 Z_1) \\ m\dfrac{d^2y}{dt^2} = -(a_2 Q\cos\beta + b_2 Q\sin\beta + c_2 Z_1) \\ m\dfrac{d^2z}{dt^2} = -(a_3 Q\cos\beta + b_3 Q\sin\beta + c_3 Z_1) - mg \end{cases}$$

in Q und Z_1 [vgl. (5)] iſt $\cos\alpha$ und $\sin\alpha$ enthalten. Nach und flgd. iſt:

$$\cos\alpha = \frac{1 - \vartheta\cdot\delta}{\sqrt{1+\delta^2}},\ \text{also}\ \sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{1-2\vartheta\delta}{1+\delta^2}} = \frac{\sqrt{\delta^2+2\vartheta\delta}}{1+\delta^2}.$$

Unter den eingeführten Beschränkungen ist $\vartheta\cdot\delta$ und δ^2 gegenüber der Einheit zu vernachlässigen, als Produkt und Quadrat von kleinen Brüchen, also ist $\cos\alpha = 1$, $\sin\alpha = \sqrt{\delta^2+2\vartheta\delta} = „\alpha“$. Damit wird

$$Q = \frac{r^2\pi}{2}\cdot\mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2;\ Z_1 = \alpha\left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot\mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2.$$

und nach (19) und (15):

$$Q\,(a_1\cos\beta + b_1\sin\beta) = \left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot$$
$$\left\{(\vartheta\sin at + \psi\cos at)\frac{dx}{ds} + \cos at\frac{dy}{ds} + \sin at\frac{dz}{ds}\right\}$$
$$\cdot(\vartheta\sin at + \psi\cos at)$$
$$+\left\{(\vartheta\cos at - \psi\sin at)\frac{dx}{ds} - \sin at\frac{dy}{ds} + \cos at\frac{dz}{ds}\right\}$$
$$\cdot(\vartheta\cos at - \psi\sin at)$$

analog

$$(Q\,a_2\cos\beta + b_2\sin\beta) = \left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot$$
$$\left\{(\vartheta\sin at + \psi\cos at)\frac{dx}{ds} + \cos at\frac{dy}{ds} + \sin at\frac{dz}{ds}\right\}\cos at$$
$$-\left\{(\vartheta\cos at - \psi\sin at)\frac{dx}{ds} - \sin at\frac{dy}{ds} + \cos at\frac{dz}{ds}\right\}\sin at;$$

$Q\,(a_3\cos\beta + b_3\sin\beta) =$ demselben Ausdruck, nur die Multiplikatoren der größeren Klammern $\cos at$ und $\sin at$ durch $\sin at$ und $\cos at$ ersetzt.

Durch Reduktion und Vernachlässigung von ϑ^2, ψ^2, $\vartheta\psi$, wie bisher geschehen, wird — abgesehen von dem Faktor $\mu\left(\frac{ds}{dt}\right)^2$ —:

$$Q\,(a_1\cos\beta\,b_1 + \sin\beta) = \left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot\left(\vartheta\frac{dz}{ds} + \psi\frac{dy}{ds}\right)$$
$$Q\,(a_2\cos\beta + b_2\sin\beta) = \left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot\left(\psi + \frac{dy}{ds}\right)$$
$$Q\,(a_3\cos\beta + b_3\sin\beta) = \left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{\pi r^2}{2}\right)\cdot\left(\vartheta + \frac{dz}{ds}\right);$$

ferner wird

$$c_1 Z_1 = \frac{r^2\pi}{2} \cdot 1;\quad c_2 Z_1 = -\psi\frac{r^2\pi}{2};\quad c_3 Z_1 = -\vartheta\cdot\frac{r^2\pi}{2}$$

also werden die zu ergänzenden Bewegungsgleichungen der Translation

$$(36)\quad \begin{cases} m\dfrac{d^2x}{dt^2} = -\mu\left(\dfrac{ds}{dt}\right)^2\left(\dfrac{r^2\pi}{2}+R_1\right), & \text{wo } R_1 = \left(\dfrac{4}{3}hr\alpha+\dfrac{\pi r^2}{2}\right)\cdot\left(\psi\dfrac{dy}{ds}+\vartheta\dfrac{dz}{ds}\right) \\ m\dfrac{d^2y}{dt^2} = -\mu\left(\dfrac{ds}{dt}\right)^2\left(\dfrac{r^2\pi}{2}\cdot\dfrac{dy}{ds}+R_2\right), & = R_2 = \dfrac{4}{3}hr\alpha\left(\psi+\dfrac{dy}{ds}\right) \\ m\dfrac{d^2z}{dt^2} = -\mu\left(\dfrac{ds}{dt}\right)^2\left(\dfrac{r^2\pi}{2}\cdot\dfrac{dz}{ds}+R_3\right)-mg, & = R_3 = \dfrac{4}{3}hr\alpha\left(\vartheta+\dfrac{dz}{ds}\right) \end{cases}$$

Die Vergleichung mit (17) zeigt, daß eben diese Terme $R_1\ R_2\ R_3$ es sind, welche oben unberücksichtigt gelassen wurden. Die Werthe, welche zu $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$, $\frac{dz}{ds}$ in (18) hinzutreten, wenn man die von $\vartheta\ \psi\ \varphi$ abhängigen Terme $R_1\ R_2\ R_3$ berücksichtigt, seien ξ, η, ζ; also:

$$(37)\quad \ldots \begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = \dfrac{v}{1+v\sigma\tau}+\xi;\quad \dfrac{dy}{dt} = \eta;\quad \dfrac{dz}{dt} = \dfrac{v\delta}{1+v\sigma\tau}+\zeta \end{cases}$$

Damit sind die Gleichungen (36) von Neuem zu bilden und durch Integration $\xi\,\eta\,\zeta$ zu bestimmen. Da letztere von ψ und ϑ abhängig und jedenfalls klein sind, so können die Quadrate und Produkte von $\xi\,\eta\,\zeta$ außer Acht gelassen werden. Man erhält durch Einsetzen:

$$(38)\quad \begin{cases} -\dfrac{v^2\sigma}{(1+v\sigma\tau)^2}+\dfrac{d\xi}{dt}+\dfrac{\mu}{m}\left(\dfrac{v^2}{(1+v\sigma t)^2}+\dfrac{2v\xi}{1+v\sigma t}\right)\dfrac{r^2\pi}{2}+\dfrac{\mu}{m}\left(\dfrac{4}{3}\,hr\,\alpha + \dfrac{\pi r^2}{2}\right)\left(\dfrac{v^2}{(1+v\sigma t)^2}+\dfrac{2v\xi}{1+v\sigma t}\right)\cdot\left(\psi\eta+\vartheta\left(\dfrac{v\delta}{1+v\sigma t}+\zeta\right)\right) = 0 \\ \dfrac{d\eta}{dt}+\dfrac{\mu}{m}\left(\dfrac{4}{3}\,hr\,\alpha+\dfrac{r^2\pi}{2}\right)\dfrac{v\eta}{1+v\sigma t}+\dfrac{\mu v}{m}\left(\dfrac{v}{(1+v\sigma t)^2}+\dfrac{2\xi}{1+v\sigma t}\right)\cdot\dfrac{4}{3}\,hr\,\alpha\cdot\psi = 0 \\ \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{v\delta}{1+\varrho\sigma t}+\zeta\right)+\dfrac{\mu}{m}\left(\dfrac{v}{1+v\sigma t}+\xi\right)\left(\dfrac{v\delta}{1+v\sigma t}+\zeta\right)\left(\dfrac{4}{3}\,hr\,\alpha + \dfrac{r^2\pi}{2}\right)+\dfrac{\mu v}{m}\left(\dfrac{v}{(1+v\sigma t)^2}+\dfrac{2\xi}{1+v\sigma t}\right)\cdot\dfrac{4}{3}\,hr\,\alpha\,\vartheta+g = 0 \end{cases}$$

Im vorliegenden Fall handelt es sich hauptsächlich um die Seitenabweichung y, also um die zweite Gleichung. Hier überwiegt das Glied $\frac{v}{(1+v\sigma t)^2}$ sehr über $\frac{2\xi}{1+v\sigma t}$, weil v sehr groß [465000]); letzteres sei ihm gegenüber vernachlässigt. Eine Lösung der übrig bleibenden Differentialgleichung mit den Variablen η und t sei

$$\eta = U \cdot W,$$

ein Produkt zweier passend zu bestimmender Funktionen. Setzt man ein und bestimmt W so, daß der Faktor von U verschwindet, so hat man

$$W' + \frac{\mu}{m}\left(\frac{4}{3}\,hr\,\alpha + \frac{r^2\pi}{2}\right)\frac{v}{1+v\sigma t}\cdot W = 0$$

Die folgende Integration würde auf große Schwierigkeiten stoßen, wollte man sich an dieser Stelle nicht gestatten, den Einfluß des Gliedes $\frac{4}{3}\,hr\,\alpha$ gegenüber von $\frac{r^2\pi}{2}$ zu vernachlässigen, da α von der Größe des Schußwinkels ist. Die Integration giebt:

$$\frac{W'}{W} + \frac{\mu r^2\pi}{2m}\cdot\frac{v}{1+v\sigma t} = 0 \text{ oder, da } \frac{\mu r^2\pi}{2m} = \sigma$$

$$\frac{W'}{W} + \frac{v\sigma}{1+v\sigma t} = 0$$

$$\log W + \log(1+v\sigma t) = \text{const} = \log 1$$

$$W = \frac{1}{1+v\sigma t}$$

damit wird der übrige Theil der Gleichung

$$U' \cdot W = -\frac{4\mu v^2 hr}{3m}\cdot\frac{\alpha\psi}{(1+v\sigma t)^2}$$

$$U' = -\frac{4\mu v^2 hr}{3m}\cdot\frac{\alpha\psi}{1+v\sigma t}$$

$$U = -\frac{4\mu v^2 hr}{3m}\int\frac{\alpha\psi}{1+v\sigma t}\,dt;$$

$$\eta = \frac{dy}{dt} = U \cdot W, \text{ also}$$

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{4\mu v^2 hr}{3m(1+v\sigma t)}\cdot\int\frac{\alpha\cdot\psi}{1+v\sigma t}\,dt + \text{Const. C; somit ist}$$

$$(39) \quad . \quad . \quad y = -\int \frac{4\mu v^2 hr}{3m(1+v\sigma t)} \cdot \left\{ \int \frac{a \,.\, \psi \, dt}{1+v\sigma t} \right\} . \, dt + C\,t + C_1$$

die gesuchte Formel für die Seitenabweichung. Die Größen unter dem Integral sind, den obigen beschränkenden Annahmen zu Folge, positive Größen; also deutet das negative Zeichen an, daß die Abweichung nach der rechten Seite stattfindet.

Aehnliche Formeln könnte man aus der ersten und dritten Gleichung (38) ziehen (welche übrigens von einander abhängen). Doch sei dies hier nicht weiter verfolgt.

§ 5.

Berechnung der Seitenabweichung; Vergleichung mit der Beobachtung.

Die beste Einsicht in die Größe der Seitenabweichung erhält man durch numerische Berechnung derselben für einige Werthe der Zeit t und Vergleichung der berechneten und beobachteten Resultate.

Der Werth von α in der obigen Formel ist

$$\sqrt{(\delta^2 + 2\,\vartheta\delta) : (1+\delta^2)}$$

und derjenige von ψ und ϑ ist in (35) angegeben. Wie man sieht, ist nur eine angenäherte Ausführung des Integrals möglich: es ist $\cos\alpha = \frac{1 - \vartheta \,.\, \delta}{\sqrt{1+\delta^2}}$; $\vartheta \,.\, \delta$ ist bei kleinen Flugzeiten ein Produkt zweier kleinen Brüche, dessen Einfluß gegenüber der Einheit gering ist; also ist $\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{1+\delta^2}}$; $\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{1}{1+\delta^2}} = \frac{\delta}{\sqrt{1+\delta^2}}$. In ψ mögen die periodischen Terme außer Berechnung bleiben. δ ist gleich $e + \gamma_1 - \gamma_1 \,.\, (1+v\sigma t)^2$; γ_1 und $v\sigma$ sind kleine Brüche; die Flugzeit t wird klein gewählt werden, also hebt sich γ_1 und $\gamma_1 (1+v\sigma t^2)$ nahezu auf, und δ ist von der Größe des Schußwinkels e, dessen Quadrat gegenüber der Einheit sehr klein ist. Danach hat man

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{4\mu v^2 hr}{3m(1+v\sigma t)} \cdot \int \frac{\delta \,.\, \psi \,.\, dt}{1+v\sigma t}$$

$$= -\frac{4\mu v^2 hr}{3m(1+v\sigma t)} \cdot \int e \,.\, 2\,\varrho_1\,\gamma_1\,(1+v\sigma t)^2 \,.\, dt;$$

integrirt, mit Rücksicht darauf, daß für $t = o)\ \frac{dy}{dt} = o$, wird

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{8\mu v^2 hr\varrho_1\gamma_1}{3m(1+v\sigma t)v\sigma} \cdot e \cdot \frac{(1+v\sigma t)^3 - 1}{3}$$

$$y = -\frac{8\mu v^2 hr\varrho_1\gamma_1}{3m\,v\sigma} \cdot \frac{e}{3} \cdot \int\left((1+v\sigma t)^3 - \frac{1}{1+v\sigma t}\right) dt$$

und da für $t = o$, $y = o$, erhält man

$$(40) \quad . \quad . \quad y = -\frac{8\mu v^2 hr\varrho_1\gamma_1}{3m\,v^2\sigma^2} \cdot \frac{e}{3}\left\{\frac{(1+v\sigma t)^3 - 1}{3} - \log(1+v\sigma t)\right\}$$

als genäherte Abweichungsformel, gültig unter den gemachten Beschränkungen.

Als Beispiel möge die Berechnung für das Geschoß der leichten Feldkanone C/73 dienen: Die Anfangsgeschwindigkeit v der Vorwärtsbewegung ist 465 m; Kaliber des Geschützes 78,5 mm; Gewicht des Geschosses 5,10 kg; Durchmesser desselben 78,5 mm; Länge 200 mm. Die Länge des Dralle, d. h. die Länge der Geschützaxe, welche einem ganzen Umgang der Züge entspricht, ist = 50 Kaliber; der Drallwinkel oder der Winkel zwischen Geschützaxe und der in eine Gerade abgerollt gedachten Spirale eines Zugs $= 3\frac{10°}{16}$. Der Abgangsfehlerwinkel von 20′ 17″ ist zu dem Schußwinkel hinzuzunehmen.

Als Längeneinheit soll der mm, als zugehörige Gewichtseinheit das mgr gewählt werden; und die Seitenabweichung werde für zwei Flugzeiten $t = 1$ sec und $t = 2{,}9$ sec berechnet.

Dem Schuß mit der Flugzeit $t = 1$ sec entspricht ein gewisser Schuß- oder Elevationswinkel e, welcher aus den Gleichungen der Translation berechnet werden könnte, aber hier der Kürze wegen ebenfalls der Praxis entnommen wird; er findet sich gleich $\frac{5°}{16}$. Das Geschoß selbst ist als ein Cylinder, von Radius der Grundfläche $r = 39{,}2$ mm und Höhe $h = 160$ mm mit aufgesetzter Halbkugel von Rad. $r = 39{,}2$ mm angenommen. Im Innern des Geschosses befindet sich eine Höhlung für das Sprengpulver und die Sprengstücke; die Mantelfläche des Geschoßcylinders ist mit einer Bleiumhüllung versehen. Um dieses beides zu berücksichtigen, hat man aus dem bekannten Volumen und dem Gewicht des Ge-

schosses sammt Sprengladung das durchschnittliche spezifische Gewicht zu berechnen; es wird gleich 5,68.

Die Lage des Schwerpunkts S wird nach der gewöhnlichen Regel für zusammengesetzte Körper berechnet; es findet sich für den Abstand b_1 des Schwerpunkts vom Boden des Geschosses $h_1 = 93{,}2$ mm, also $h - h_1 = 66{,}8$ mm; der Abstand des Schwerpunkts vom Mittelpunkt des Cylinders ist 13,2 mm. Das Trägheitsmoment A um den Schwerpunkt für eine Gerade senkrecht zur Axe setzt sich aus zwei Theilen zusammen, bezogen auf den Cylinder und die Halbkugel; es wird:

$$A = B = \left(\frac{r^2}{4} + \frac{h^2}{12} + 13{,}2^2\right) \cdot \frac{r^2 \pi h \cdot 5{,}68}{g} + \left\{\frac{2}{5} r^2 + (160 - 93{,}2)^2\right\} \cdot \frac{2}{3} r^3 \pi \cdot \frac{5{,}68}{g}$$

$A = 1602700$. (Das Trägheitsmoment C giebt eine wenig kleinere Zahl, so daß in der That $\varrho = \frac{A - C}{A}$ eine sehr kleine Zahl ist gegenüber der Einheit.)

Die Anfangsgeschwindigkeit a der Rotation findet man aus folgender Ueberlegung: Wenn man sich das Kurvenstück eines Zugs, welches einem ganzen Umlauf im Rohr entspricht, sammt dem zugehörigen Cylindermantel in eine Ebene abgewickelt denkt, so erhält man ein rechtwinkeliges Dreieck; die Hypotenuse ist die Abwickelung jenes Kurvenstücks, und zwar ist diese bei „gleichförmigen" Zügen, wie denen der leichten Feldkanone, eine Gerade; die eine Kathete ist die zugehörige Länge einer Mantellinie, welche der Höhe des Schraubengangs gleich ist, also die „Drallänge" D; die andere Kathete ist die Abwickelung $2r\pi$ der Peripherie eines zur Geschützaxe senkrechten Schnittkreises. In diesem rechtwinkeligen Dreieck verhalten sich die beiden Katheten D und $2r\pi$ wie die Geschwindigkeiten, mit welchen sie einzeln von einem Punkt der Mantelfläche des Geschosses zurückgelegt würden; die erstere Kathete wird es mit der Translationsgeschwindigkeit v, die letztere mit der Geschwindigkeit ra, da a selbst die Winkelgeschwindigkeit der Rotation vorstellt; also ist $\frac{2r\pi}{D} = \frac{r \cdot a}{v}$, $a = \frac{2\pi v}{D}$ oder auch, wenn Δ der Drallwinkel, also $\operatorname{tg} \Delta = \frac{2r\pi}{D}$,

ist $a = \frac{v \operatorname{tg} \Delta}{r}$; es wird $a = 744{,}3$. Der Koeffizient μ hängt von der Dichte der Luft und des Geschosses ab und ist wenigstens innerhalb nicht allzu weiter Grenzen der Schußweiten konstant. μ wird am besten aus der Erfahrung bestimmt, durch Einsetzen aller gemessenen Größen in die Gleichungen (18) der Translationsbewegung; diese geben quadrirt und addirt: $\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = \frac{v^2 + v^2\delta^2}{(1 + v\sigma t)^2}$, oder wenn V die Geschwindigkeit des Geschosses nach der Zeit t darstellt

$V = \frac{v\sqrt{1+\delta^2}}{1+v\sigma t}$; oder da es sich um eine kleine Flugzeit handelt

$V = \frac{v}{1+v\sigma t}$, wobei $\sigma = \frac{\mu r^2 \pi}{2m}$; also

$$\frac{\mu r^2 \pi}{2m} = \frac{\frac{v}{V} - 1}{vt} = \frac{v - V}{Vvt}; \quad \mu = \frac{2m\,(v - V)}{Vvt \cdot r^2 \pi}.$$

Die Schußtafeln enthalten für alle Schußweiten von 100 m zu 100 m die Endgeschwindigkeiten V und die Flugzeiten t; z. B. für 400 m Schußweite wird

$$\mu = \frac{(464\,000 - 392\,000) \cdot 2 \cdot 5\,100\,000}{465\,000 \cdot 392\,000 \cdot 1 \cdot 39{,}2^2 \cdot \pi \cdot 9808}, \quad \mu = \frac{1}{11\,710\,000}$$

damit wird $\sigma = \frac{1}{2\,497\,000}$; $v\sigma = vσt = 0{,}186$; $\gamma_1 = \frac{g}{2v\sigma^2} = 0{,}0454$

$$\varrho_1 = \frac{aA}{vm\,(h - h_1)} = \frac{744{,}3 \cdot 9808 \cdot 1\,602\,700}{465\,000 \cdot 5\,100\,000 \cdot 66{,}8}; \quad \varrho_1 = 0{,}0746.$$

$$\frac{8\mu h r \varrho_1 \gamma_1}{3m\sigma^2} = 58\,660; \quad \log(1 + v\sigma t) = 0{,}1706.$$

$$y = -61{,}59 \text{ mm}$$

für $t = 2{,}9$ sec ist der Elevationswinkel $1\frac{11'}{16}$; es wird

$$y = -1143{,}90 \text{ mm}.$$

Die Seitenabweichungen für die Flugzeiten 1 sec und 2,9 sec sind also resp. 61,59 mm und 1143,90 mm und gehen auf Grund des eingeführten Koordinatensystems beidemal nach der rechten Seite der xz-Ebene.

Damit sind die Resultate der Beobachtung zu vergleichen. Die Schußtafeln der Artillerie geben für alle Wurfweiten

in dem Intervall von 100 m die Elevationen, Auffallwinkel, Endgeschwindigkeiten, Flugzeiten, die Seitenverschiebungen des Visirs am Geschütz in $\frac{1}{16}$ Graden und die Angabe, um wieviel jedesmal eine solche Seitenverschiebung von einem sechszehntel Grad den Treffpunkt nach der Seite verlegt. Durch Multiplikation der zwei letzteren Angaben erhält man die Seitenabweichung selbst; so entsprechen den Schußweiten 500 m, 600 m, 700 m, 800 m, 900 m, 1000 m, 1100 m die Flugzeiten 1,3 sec, 1,5 sec, 1,8 sec, 2,1 sec, 2,3 sec, 2,6 sec, 2,9 sec und die Rechtsabweichungen 0,25 m, 0,35 m, 0,40 m, 0,45 m, 0,50 m, 1,1 m, 1,2 m u. s. f. Trägt man die Seitenabweichungen als Funktionen der Zeit graphisch auf, die Abweichungen etwa als Ordinaten, die Zeiten als Abscissen und ergänzt für die Flugzeiten 0 bis 1,3, so erhält man eine regelmäßig geschlängelte Kurve, welche sich rasch von der Abscissenaxe erhebt. Die Abweichungen für $t = 1$ sec und $t = 2{,}9$ sec sind 50 bis 70 mm resp. 1200 mm, während die Rechnung 61,59 mm resp. 1143,90 mm ergab. Danach herrscht zwischen Theorie und Beobachtung fast vollkommene Uebereinstimmung.

Figur 4.

Für größere Flugzeiten gilt die obige Formel nicht mehr, in Folge der eingeführten Beschränkungen; für solche ist die Formel von Herrn Haupt vorzuziehen, dessen Werk über die Flugbahnen gezogener Geschosse oben erwähnt ist.

§ 6.

Die Bewegungen der Geschoßaxe.

Es bleibt übrig, die Bewegungen der Geschoßaxe um den Schwerpunkt an der Hand der Ausdrücke von ψ und ϑ zu untersuchen, welche in (35) als Funktionen der Zeit gefunden sind.

Der Winkel φ ist stets gleich at, d. h. während der ganzen Bewegung rotirt das Geschoß mit gleichförmiger Geschwindigkeit a um seine Hauptaxe. — Für ψ und ϑ wurde erhalten

$$\vartheta = -e + \gamma_1[(1+v\sigma t)^s - 1](1-\cos\pi_s) - 2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^s \sin\pi_s$$
$$\psi = \gamma_1[(1+v\sigma t)^s - 1] \sin\pi_s + 2\varrho_1\gamma_1(1+v\sigma t)^s(1-\cos\pi^s).$$

Die sämmtlichen Lagen, welche im Verlauf der Bewegung des Geschosses um seinen Schwerpunkt die Geschoßspitze einnehmen kann, liegen offenbar alle auf der Kugelfläche, welche mit einem Radius H gleich dem Abstand der Spitze vom Schwerpunkt um

letzteren beschrieben wird. Zeichnet man die Durchschnitte dieser Kugelfläche mit den obigen Koordinatenebenen und mit der durch die Tangente ST gelegten Vertikalebene, so lassen sich ϑ und ψ als krummlinige Koordinaten auf der Kugelfläche betrachten und mit ihrer Hülfe die Lage der Spitze in jedem Augenblick zeichnen.

Den Beobachtungen von Magnus gemäß hebt sich zuerst die Spitze etwas und weicht dann rechts aus. Dasselbe Resultat liefert der Ausdruck von ϑ; giebt man der Zeit t und damit π_2 einen kleinen Werth, so daß $\sin \pi_2 = \varepsilon$, $\cos \pi_2 = 1$, so wird

$$\vartheta = -e - 2\varrho_1\gamma_1 (1 + v\sigma t)^2 \alpha;$$

ϑ ist der Winkel zwischen der Sz- und Sz_1-Axe oder vielmehr gleich dessen Komplement (vgl. 13); dieser verkleinert sich gegenüber seinem Anfangswerth $90° - e$, also hebt sich die Spitze anfangs.

Ferner werden die Ausdrücke ψ, ϑ wieder dieselben, wenn $\pi_2 = 2\pi$ geworden ist; die Geschoßaxe führt somit in periodischer Weise einfache oder konische Pendelungen irgend einer Art aus; die Periode dieser Bewegung ist gegeben durch

$$\pi_2 = 2\pi = \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1) T}{2Aa (1 + v\sigma T)}; \text{ daraus wird}$$

$$\mu v^2 r^2 (h - h_1) T = 4Aa (1 + v\sigma T)$$

$$T = \frac{4Aa}{\mu v^2 r^2 (h - h_1) - 4Av\sigma\alpha}, \text{ und da } \sigma = \frac{\mu r^2 \pi}{2m}$$

$$T = \frac{4Aam}{\mu v^2 r^2 m (h - h_1) - 2Aav\mu r^2 \pi}$$

$$(41) \quad \ldots \quad T = \frac{4Aam}{\mu v r^2 [vm (h - h_1) - 2Aa\pi]}$$

(im obigen Beispiel ist diese Periode 4,74 sec). Die Zeitdauer, in der jene periodische Bewegung ausgeführt wird, ist also proportional der Masse, der Rotationsgeschwindigkeit und dem Trägheitsmoment um eine senkrecht zur Axe durch den Schwerpunkt gelegte Gerade; umgekehrt proportional der Translationsgeschwindigkeit und dem Quadrat des Kalibers, sowie dem Ausdruck $vm (h - h_1) - 2Aa\pi$. Das Geschoß würde unendlich lange Zeit brauchen, um die Pendelung einmal auszuführen, falls $vm (h - h_1) = 2Aa\pi$ oder mit Einführung der Drallänge $D = \frac{2\pi v}{a}$, falls $D = \frac{4\pi^2 A}{m (h - h_1)}$.

Um im Einzelnen den Weg kennen zu lernen, welchen die Geschoßspitze während einer dieser Perioden auf der Kugeloberfläche beschreibt, hätte man zwischen ϑ und ψ die Zeit t zu eliminiren; da aber t auch in π_2 sich findet, so ist dies in endlicher Form nicht möglich.

Die Projektion p der Geschoßspitze auf die Ebene zSy, welche $\perp$ zur Sx-Axe steht, wird eine gewisse Kurve beschreiben; man erhält diese, wenn man den Winkel zwischen Sp und Sz mit σ und den Winkel zwischen Sz_1 und Sx mit ϱ, die Koordinaten von p bezogen auf die positiven Axen Sy und Sz mit $y^1 z^1$ bezeichnet; die Geraden Sz Sp Sz_1 bilden einen rechtwinkligen Dreikant, $\measuredangle pSz_1 = 90° - \varrho$; $\measuredangle pSz = \sigma$, gezählt von der Sy- zur Sz-Axe; ferner cf. oben $\cos(\measuredangle zSz_1) = c_3$; $\cos \measuredangle ySz_1 = c_2$, also ist

$$c_2 = \sin\varrho \cdot \sin\sigma; \qquad c_3 = \sin\varrho \cdot \cos\sigma$$

aber $c_2 = -\psi$, $c_3 = -\vartheta$, also

$$-\psi = \sin\varrho \cdot \sin\sigma; \quad -\vartheta = \sin\varrho \cdot \cos\sigma$$

$$\sin\varrho = \pm\sqrt{\psi^2 + \vartheta^2}; \quad \operatorname{tg}\sigma = \frac{\psi}{\vartheta}; \quad \text{zugleich } \frac{y^1}{z^1} = \operatorname{tg}\sigma.$$

Nun ist

$$Sp = H \cdot \sin\varrho = \pm H \cdot \sqrt{\psi^2 + \vartheta^2} = \pm H\vartheta \sqrt{1 + \frac{\psi^2}{\vartheta^2}}$$

$$= \pm H\vartheta \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\sigma} = \pm \frac{H\vartheta}{\cos\sigma}, \quad \text{also } \pm Sp \cdot \cos\sigma$$

oder $\pm z^1 = H\vartheta$; ebenso $Sp = \pm H\psi\sqrt{1 + \frac{\vartheta^2}{\psi^2}} = \pm \frac{H\psi}{\sin\sigma}$, also

$\pm y^1 = H\psi$ oder, da wie leicht zu sehen das obere Zeichen gilt,

$$\left.\begin{aligned} \frac{-z^1}{H} &= -e + \gamma_1 \Big((1 + v\sigma t)^2 - 1\Big)(1 - \cos\pi_2) - 2\varrho_1\gamma_1 \\ &\qquad \cdot (1 + v\sigma t)^2 \sin\pi^2 \\ \frac{-y^1}{H} &= \gamma_1 \Big((1 + v\sigma t)^2 - 1\Big)\sin\pi_2 + 2\varrho_1\gamma_1 \\ &\qquad \cdot (1 + v\sigma t)^2 (1 - \cos\pi_2) \end{aligned}\right\}$$

Dies ist die Projektion der Bahn der Geschoßspitze auf die Ebene y z.

Man kann hier verschiedene bestimmte Werthe für t annehmen und $y^1 z^1$ daraus berechnen; auch den graphischen Verlauf einer

Kombination von $\sin \pi_2$ und $1 - \cos \pi_2$ unterſuchen und erkennt daraus den allgemeinen Verlauf der Projektion. Berechnet man andererſeits, um die Bahn der Geſchoßſpitze auf der Kugeloberfläche ſelbſt zu finden, der Reihe nach die Werthe von ϑ und ψ, welche dieſe für $\pi_2 = \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}, \frac{3}{4}\pi, \pi \ldots$ haben, alſo für die ſucceſſiven Lagen der Axe während einer ganzen Pendelung, und vergleicht das Wachsthum und die Abnahme der erhaltenen Werthe gegen einander und trägt ſchließlich die numeriſch berechneten Größen von ϑ und ψ graphiſch auf, ſo erhält man mit Sicherheit den Verlauf der Bahn der Geſchoßſpitze im Einzelnen. Es iſt eine Kurve mit drei Blättern, wovon jedes vorhergehende kleiner als das folgende; zuerſt hebt ſich die Spitze; dann weicht ſie ſeitwärts aus, im vorliegenden Fall nach der rechten Seite und ſenkt ſich u. ſ. f. Der Typus der Kurve iſt offenbar der einer Art Epicykloide, deren Wälzungswinkel mit der Zeit t wächſt und deren Blätter ſich fortwährend vergrößern. Die Gleichungen für $y^1 z^1$ haben die Form einer Epicykloide, deren Wälzungswinkel eine Funktion von t iſt.

Außerdem würde mit der Bewegung des Kreiſels Uebereinſtimmung beſtehen: wenn ein Kreiſel in ſchiefer Stellung mit ſeiner unteren Spitze auf eine glatte Fläche geſetzt wird, ſo daß allein die Reaktion der Fläche auf die Spitze wirkt, ſo bleibt der Schwerpunkt in derſelben Vertikalen und die untere Spitze beſchreibt um den Fußpunkt dieſer Vertikalen, eine Roſette mit mehreren Blättern, welche ſich aneinander anſchließen und alle nach der äußeren Seite ihres inneren Begrenzungskreiſes liegen.

Die Bahn der Geſchoßſpitze iſt dabei nicht ſymmetriſch in Beziehung auf die durch die Tangente gelegte Vertikalebene, ſondern der Kegel wird auf der rechten Seite der Vertikalebene zu ſeinem größten Theil, auf der linken nur gegen das Ende einer Periode auf eine Strecke weit beſchrieben.

Da ein ganzer Kegel beſchrieben wird, ſo wäre nach dem in der Einleitung Geſagten zu erwarten, daß der Luftwiderſtand ſtets in dem gleichen Sinn auf die Axe wirkt, alſo die Axe immer über der Tangente bleibt: Die Axe geht wenigſtens hart unter der Tangente durch; denn der cos des Winkels zwiſchen der Sz-Axe und der Tangente iſt $= \frac{dz}{ds} = \frac{dz}{dt} : \frac{ds}{dt} = \delta = e + \gamma_1 - \gamma_1 (1 + v\sigma t)^2 \cdot$

Der cos des Winkels zwischen der Sz- und Sz_1-Axe ist c_3 oder $-\vartheta$: die Axe passirt die Vertikalebene etwa in dem Augenblick, welcher $\pi_2 = \frac{3}{2}\pi$ entspricht, so daß $\vartheta = -\,e + \gamma_1\,[(1 + v\sigma t)^2 - 1] + 2\varrho_1\gamma_1\,(1 + v\sigma t)^2$, also ist $-\vartheta$ um $2\varrho_1\gamma_1 \cdot (1 + v\sigma t)^2$ kleiner als δ; also der Winkel $\measuredangle\,(zSz_1) > \measuredangle\,(zST)$, also die Geschoßaxe unter der Tangente um eine sehr kleine Größe.

Dieses Resultat, daß der Kegel nicht symmetrisch liegt in Beziehung auf die Vertikalebene, erklärt sich ohne Zweifel daraus, daß die Stärke des Luftwiderstands mit dem Winkel abnimmt, unter welchem er die Axe trifft, da die getroffene Fläche des Geschosses eine kleinere wird. Wenn nun die Geschoßaxe sich der Tangente nähert, so verringert sich damit von selbst die Stärke des Luftwiderstands; diese Kraft wirkt in der Richtung der Geschoßaxe und wird durch den momentan als festen Drehpunkt zu betrachtenden Schwerpunkt aufgehoben, welcher in der Geschoßaxe liegt; die ablenkende Kraft, welche die Axe veranlaßte, gemäß dem zweiten Rotationsgesetz S. 483 den Kegel zu beschreiben, hat somit aufgehört zu wirken, und die Axe kehrt auf kürzerem Wege in die Anfangslage zurück, welche ihr das erste Rotationsgesetz zuweist. Die graphische Darstellung der Seitenabweichungen zeigt regelmäßige Schwankungen, deren Periode mit dem dritten Theil der obigen Periode der konischen Pendelung fast genau übereinstimmt; daß diese Schwankungen in denjenigen der Geschoßaxe längs der drei Blätter der obigen Kurve ihren Grund haben, kann zwar nicht behauptet, aber wenigstens als wahrscheinlich hingestellt werden. Ebenso kannn nur als Vermuthung ausgesprochen werden, daß die periodischen Stöße oder Töne, die beim Abfeuern von Granaten gehört werden, von kleinen periodischen Nutationen der Geschoßaxe herrühren, welche neben der langsameren konischen Pendelung hergehen und in den Formeln von ψ und ϑ auftreten müßten, wenn die Werthe von Q und Z_1 vollkommen genau verwerthet werden könnten.

Die Geschoßaxe beschreibt, wie oben ausgeführt, einen vollen Kegel, der fast zum größten Theil auf der rechten Seite der durch die Flugbahntangente geführten Vertikalebene liegt, und die Spitze des Geschosses eine Leitlinie in Gestalt einer dreiblätterigen Rosette, welche sich fortwährend erweitert. Demgegenüber vermuthet Magnus, übrigens nur auf Grund von physikalischen

Schlüssen, daß die Axe nach Zurücklegung eines halben Kegels wieder umwendet und auf demselben Wege in die frühere Lage zurückkehrt; er schließt dies daraus, daß die Axe so weit unter die Tangente gehe, als sie vorher darüber war, was aber eine unbewiesene Voraussetzung ist; die obige Berechnung hat gezeigt, daß in der Hälfte der koniſchen Pendelung die Axe entweder durch die Tangente selbst oder wenigstens hart unter ihr durchgeht; und in diesem Fall mußte auch nach den Schlüssen von Magnus ein ganzer Kegel beschrieben werden. Herr Haupt hat halbe Cykloidenpendel gefunden.

Abgesehen davon, daß die Erscheinung von halben Kegeln etwas sehr Auffallendes an sich haben und der Winkel zwischen Axe und Tangente nach der Theorie von Magnus schließlich sehr groß werden würde, entgegen der Erfahrung, sprechen für die volle Pendelung mit immer größer werdendem Ausschlag Beobachtungen an Brandgeschossen:

Rutzky, Bewegung und Abweichung der Spitzgeschosse 1861, S. 10: „bei den Schießversuchen hat es sich ferner noch gezeigt, daß die als Brandgeschosse hergerichteten und der Form nach den andern ganz gleichen Spitzgeschosse mit der Spitze während des Flugs eine desto größere Spirale beschrieben, je näher sie dem Ende der Flugbahn kamen, was durch den Feuerstrahl, welcher aus den gegen die Spitze zu befindlichen Oeffnungen hervorbrach, und durch den dadurch verursachten Rauch besonders deutlich zu sehen war."

Aehnlich Fr. Hentsch, Ballistik der Handfeuerwaffen, 1873, S. 25.

Unerklärt bleibt übrigens, weshalb nicht bei den graphischen Darstellungen der beobachteten Seitenabweichungen sich größere Schwankungen finden, deren Periode mit derjenigen zusammenfällt, in welcher der volle Kegel beschrieben wird (4,7 sec). Es wäre zu erwarten, daß, nachdem der halbe Kegel beschrieben ist, die Abweichung nicht mehr wächst oder abnimmt.

Offenbar ist noch folgende Ursache von Einfluß auf die Abweichungen: Die an dem rotirenden Geschoß adhärirende Luft reibt sich an der umgebenden Luft; es entstehen so Reibungskräfte senkrecht zu den Mantellinien des Geschoßcylinders; die reibende Kraft an der unteren vorderen Hälfte des Geschosses sucht den vorderen Theil desselben um den Schwer-

punkt nach rechts zu drehen, diejenige an der oberen Hälfte nach links; beide würden sich in ihren Wirkungen aufheben, wenn unten und oben der Zustand derselbe wäre: gegen die Spitze und die untere vordere Fläche prallen die Luftatome direkt an, da die Geschoßspitze bei länglichen Geschossen sich etwas über die Tangente der Flugbahn erhebt; an der unteren Hälfte ist somit die Luft komprimirter als an der oberen; die Reibung wächst aber jedenfalls mit der Menge der sich reibenden Luftatome, also überwiegt die drehende Kraft der Reibung nach der rechten Seite.

Die Erscheinung der Seitenabweichung erklärt sich ohne Zweifel erst vollkommen, wenn die genannte Ursache zu der konischen Pendelung der Geschoßaxe hinzugenommen wird.

Die Größe des Ausschlages bei der konischen Pendelung oder die Werthe ϑ, ψ hängen vorzugsweise von γ_1 oder $\frac{g}{2\sigma v^2}$ oder $\frac{2mg}{2\mu r^2 \pi v^2}$ ab; sie ist also proportional der Masse und umgekehrt proportional dem Quadrat des Kalibers und der Translationsgeschwindigkeit des Geschosses.

Endlich die resultirende Abweichung selbst (vgl. 40) ist proportional dem Ausdruck $\frac{8\mu h r \varrho_1 \gamma_1 e}{9 m \sigma^2}$, oder da $\sigma = \frac{\mu r_1^2 \pi}{2m}$,

$$\varrho_1 = \frac{aA}{vm(h-h_1)}; \quad \gamma_1 = \frac{g}{2\sigma v^2} = \frac{8\mu h r a A g e}{9m\sigma^2 \cdot vm(h-h_1)\, 2\sigma v^2}$$

$$= \frac{8\mu h r a A g e \cdot 8m^3}{18 m v^3 m (h-h_1) \mu^3 r^6 \pi^3} = \frac{32 h a A g m \cdot e}{9\mu^3 v^3 (h-h_1) r^5 \pi^3},$$

folglich proportional der Masse, dem Trägheitsmoment A, der Rotationsgeschwindigkeit, der Höhe des cylindrischen Theils des Geschosses und umgekehrt proportional dem Abstand des Schwerpunkts von der Geschoßspitze, der dritten Potenz der Translationsgeschwindigkeit und der fünften Potenz des Kalibers. Ist $h - h_1$ negativ, d. h. liegt der Schwerpunkt nahe der Spitze, so geht die Seitenabweichung nach der entgegengesetzten Seite, hier nach links; ebenso wenn der Sinn der Rotationsgeschwindigkeit a sich ändert, d. h. hier, wenn die Züge linksdrehend sind.

Damit sind die Resultate, welche in der Einleitung aufgeführt sind, durch Rechnung erhalten.

§ 7.

Zusammenstellung der erhaltenen Resultate.

Zum Schluß mögen die gewonnenen Resultate kurz zusammengefaßt werden, z. B. für ein deutsches Geschütz mit Rechtsdrall und einem Geschoßschwerpunkt, welcher hinter der Mitte liegt: Das Langgeschoß, welches das Geschützrohr verläßt, hat durch die Kraft des Pulvers eine gewisse Anfangsgeschwindigkeit der Vorwärtsbewegung und durch die Züge eine solche der Rotation um die Geschützaxe erhalten. Anfangs sucht die Geschoßaxe auf Grund des Prinzips von der Erhaltung der Rotationsebene ihre Richtung beizubehalten. Bald aber entsteht, da die Flugbahn gekrümmt ist, ein kleiner Winkel zwischen der Geschützaxe und der Flugbahntangente, welche letztere die Richtung der Resultante des Luftwiderstands darstellt. Diese letztere greift wegen der zugespitzten Form des Langgeschosses die Axe in einem vor dem Schwerpunkt liegenden Punkte an, der sich übrigens selbst mit jenem Winkel ändert. In Folge dessen beschreibt gemäß dem zweiten in § 1 angeführten und oben durch Rechnung abgeleiteten Rotationsgesetz die Axe einen Kegel um den Schwerpunkt, und zwar, vom Geschütz aus gesehen, im Sinne des Uhrenzeigers. Die Axe hebt sich zuerst etwas, wendet sich dann rechts und senkt sich; wenn die Axe in die Richtung der Tangente gelangt ist, wirkt der Luftwiderstand nicht mehr seitlich gegen die Axe; das zweite Rotationsgesetz verliert seine Geltung, und die Axe kehrt vermöge des ersten in ihre alte Lage zurück u. s. f. Auf diese Weise hat der Luftwiderstand mehr gegen die linke Seite des Geschosses gewirkt, das letztere wird immer mehr aus der ursprünglichen Vertikalebene heraus nach rechts gedrängt. In dieser Pendelung und in der § 6 angeführten Reibung findet die Seitenabweichung des Geschosses ihre Erklärung. Die innerhalb der gemachten Beschränkungen berechneten Abweichungen stimmen mit den beobachteten genau überein (§ 5).

Die einzelnen hier auftretenden Bewegungen sind näher folgende: Der Schwerpunkt des Geschosses beschreibt die doppeltgekrümmte Flugbahn, deren Horizontalprojektion eine einfach gekrümmte Kurve darstellt, welche sich von der durch die Geschützaxe gelegten Vertikalebene rasch entfernt. Irgend ein Punkt des Geschosses führt außerdem zwei relative Bewegungen aus: einmal

rotirt das Geſchoß beſtändig mit großer Geſchwindigkeit um die Längsaxe (Nr. 14); dieſe Axe ſelbſt aber beſchreibt um den Schwerpunkt den oben erwähnten Kegel (33), mit einer dreiblätterigen, ſich fortwährend erweiternden Roſette als Leitlinie. Dieſe Roſette wird z. B. bei dem Geſchoß der leichten Feldkanone C/73 in 4,7 sec einmal umlaufen; die Dauer der Periode iſt proportional der Maſſe des Geſchoſſes, der Rotationsgeſchwindigkeit und dem Trägheitsmoment um eine Gerade durch den Schwerpunkt ſenkrecht zur Axe, umgekehrt proportional der Translationsgeſchwindigkeit und dem Quadrat des Kalibers, ſowie einem gewiſſen Ausdruck (41). Die ſich erweiternde, volle Pendelung findet ſich durch Beobachtungen bei Brandgranaten beſtätigt.*) Auf kleineren Nutationen, welche neben der größeren koniſchen Pendelung hergehen, beruhen möglicherweiſe die periodiſchen Stöße oder Töne, welche beim Abfeuern von Granaten gehört werden.

Die Abweichungen des Geſchoſſes ſind im Weſentlichen proportional der Maſſe, dem Trägheitsmoment um die Längsaxe, der Rotationsgeſchwindigkeit, der Höhe des cylindriſchen Theils und umgekehrt proportional dem Abſtand des Schwerpunkts von der Geſchoßſpitze, der dritten Potenz der Translationsgeſchwindigkeit und der fünften Potenz des Kalibers.

---

*) Bei dieſer Gelegenheit werde auf einen photogrammetriſchen Apparat von Herrn Profeſſor Dr. G. Hauck, Rektor der techniſchen Hochſchule in Berlin, aufmerkſam gemacht, welcher in Verbindung mit den Momentphotographien von Herrn Marny in Paris ermöglichen würde, die geſammte Flugbahn in kontinuirlicher Grundriß- und Aufrißprojektion zu zeichnen; Journal f. rein. u. angew. Mathematik, Band 95, Heft 1, und Verhandlungen der phyſik. Geſellſchaft in Berlin, Sitzungsbericht vom 4. Mai 1883, Nr. 8, S. 43.

Zweiter Abſchnitt.

Unterſuchungen über die vortheilhafteſte Geſtalt der Züge in gezogenen Geſchützen.

§ 8.

Einleitung.

Es iſt bis jetzt nicht gelungen, eine ſolche Geſtalt und Anfangsbewegung der Geſchoſſe zu finden, daß während des ganzen Flugs die Geſchoßaxe mit der Tangente in jedem Punkte der Flugbahn zuſammenfällt. Man ſucht dies wenigſtens annähernd zu erreichen, indem man das Innere des Geſchützrohrs mit Zügen verſieht; durch die Züge ſoll den Geſchoſſen eine Rotation um ihre Längsaxe gegeben und dieſe dadurch nach dem Prinzip von der Erhaltung der Rotationsebene veranlaßt werden, ihre Anfangsrichtung fortwährend beizubehalten, was aus zwei Gründen wünſchenswerth iſt: Erſtens bietet in dieſer Lage das Langgeſchoß dem Luftwiderſtand eine kleine Fläche dar — wenigſtens bei geſtreckten Flugbahnen —, erleidet alſo eine geringe Verminderung der Wurfweite; zweitens wird das Geſchoß verhindert, Rotationen um beliebige andere Axen als die Längsaxe anzunehmen, was unregelmäßige Seitenabweichungen zur Folge haben würde.

Auch dieſer Zweck, wenigſtens die Anfangsrichtung der Axe konſtant zu erhalten, wird nur annähernd erreicht: denn gemäß den Ausführungen des erſten Abſchnittes entfernt ſich eben in Folge der durch die Züge bewirkten Rotation die Axe periodiſch von der Flugbahntangente, indem ſie die oben beſchriebene Pendelung eingeht, deren Ausſchlag ſich mit der Zeit ändert und von der Rotationsgeſchwindigkeit, alſo von dem Drallwinkel abhängt.

Schon aus dem Geſagten iſt zu entnehmen, daß es eine beſtimmte Geſtalt der Züge geben wird, bei welcher die Verhältniſſe des Geſchoſſes im Anfang und im weiteren Verlauf ſeiner Bahn die günſtigſten ſind.

Um dieſe Frage beſtimmter definiren und zergliedern zu können, iſt es nöthig, zuerſt kurz die Kräfte zu unterſuchen, welche beim Abfeuern eines Geſchoſſes im Innern des gezogenen Rohrs ſich entwickeln.

Dieſe ſind, von der Schwerkraft abgeſehen, erſtens der Druck und die Reibung in den Zügen, zweitens die Pulverkraft.

Die Züge ſind, wie bekannt, meiſt rechteckige Rinnen, welche ſchraubenförmig nach der Mündung verlaufen; die entſtehenden Schraubenlinien ſind bei Abwickelung des Cylindermantels, aus welchem der innere Theil des Geſchützlaufes beſteht, in der Mehrzahl der Fälle ſchieflaufende, unter ſich parallele Geraden; vorübergehend wurden Parabel- und Ellipſenzüge verſucht, aber mit wenig Erfolg. Gegen dieſe Züge wird das Geſchoß gepreßt. Der entſtehende, zu den Zügen ſenkrechte Druck iſt um ſo größer, je größer die Pulverkraft iſt und je flacher die Züge verlaufen; d. h., wenn die Schraubenlinien der Züge, die auf einem gemeinſchaftlichen Cylindermantel aufliegen, mit dieſem in eine Ebene abgewickelt gedacht werden, je größer der Winkel („Drallwinkel") iſt zwiſchen der Tangente in einem beliebigen Punkt einer der abgewickelten Drallkurven und zwiſchen der zugehörigen Mantellinie des Cylinders.

Die Pulverkraft iſt eine ſehr komplizirte Funktion. Sie iſt

a) abhängig von der Zeit. Zu den Pulvergaſen, welche in einem beſtimmten Augenblick entwickelt ſind, kommen durch Verbrennung weiterer Pulvertheile immer neue Mengen hinzu, ſo lange noch nicht alles Pulver verbrannt iſt. Ueber graphiſche Darſtellungen dieſer Abhängigkeit vgl. u. a. Compt. rend. LXXIX.

b) Ferner hängt die Pulverkraft ab von dem Raum, welchen das Geſchoß im Rohr zurückgelegt hat, und damit auch von der ganzen Länge des Rohrs. Denn die Spannung der Pulvergaſe, welche ſich nach allen Seiten auszudehnen ſuchen, wird um ſo größer, je länger das Geſchoß dieſem Beſtreben einen Widerſtand entgegenſetzt, indem es das Rohr nach vorn abſchließt, alſo je länger das Rohr iſt. Andererſeits wird die Pulverkraft wieder dadurch verringert, daß während der Vorwärtsbewegung des Geſchoſſes der Raum hinter demſelben ſich fortwährend und ſehr raſch vergrößert, die Spannung alſo nach dem Mariotte'ſchen Geſetze abnimmt. Endlich wird durch die ſchnelle Volumvergrößerung

die Temperatur der Gase erniedrigt und damit ebenfalls die Spannung verkleinert.

Daraus folgt, daß die drückende Kraft zwar in einem Punkt des Rohrs, wo das Geschoß momentan festgehalten gedacht wird, fortwährend wächst, aber in Beziehung auf das Geschoß in seiner **wirklichen** Bewegung durch das Rohr nach der Mündung hin abnimmt oder höchstens konstant bleibt. Dies hindert nicht, daß die **Geschwindigkeit** des Geschosses nach dem Ende des Rohrs hin zunimmt, (wie man durch einfache Integration der Bewegungsgleichung sehen würde); denn da das Geschoß in jedem neuen Zeittheilchen einen neuen, allerdings immer schwächer werdenden Anstoß erhält, wächst die Geschwindigkeit fortwährend.

Numerische Daten, welche das Gesagte bestätigen, liefert z. B. die Tabelle von Prehn*) für die beschleunigenden Kräfte in den Zügen des 24-Pfünders; die Abnahme dieser Kraft in Intervallen von je 130 mm ist in Figur 6 graphisch aufgetragen und wird unten benutzt werden. Einen Beweis für die Gültigkeit des Mariotte'schen Gesetzes geben die Versuche von Rodmann**), welcher fand, daß verschieden große Pulvermengen in Räumen, welche in demselben Verhältniß wie die Pulverladungen wachsen, gleiche Gasspannung geben. Ueber die Zunahme der Geschwindigkeit vgl. u. a. eine Tabelle von Uchatius***), welche in Figur 5 graphisch aufgetragen und unten verwendet ist.

c) Drittens ist die Pulverkraft eine Funktion der Pulverladung — übrigens nicht nach dem Gesetze einfacher Proportionalität —, und

d) des Kalibers: je größer das Kaliber, desto rascher wächst bei der Vorwärtsbewegung des Geschosses der Raum hinter demselben, desto mehr wird daher die Spannung der Pulvergase verringert. Andererseits wird durch Vergrößerung des Kalibers der Raum für die Pulverladung vergrößert und damit eine Erhöhung der Pulverkraft ermöglicht.

e) Weiter ist die Pulverkraft abhängig von der Gestalt der Züge; je flacher die Züge verlaufen, desto längere Zeit braucht

*) Fr. Hentsch, Ballistik, S. 141.
**) Fr. Hentsch, Ballistik, S. 42 u. 43.
***) Fr. Hentsch, Ballistik, S. 40.

das Geschoß, um, denselben entlang gehend, an der Mündung anzukommen; desto länger wird also das Rohr nach außen abgeschlossen und desto mehr die Spannung der Gase oder die Pulverkraft erhöht; während auf der anderen Seite wegen des hohen Drucks eine geringere Pulverladung verwendet werden, also die Pulverkraft wieder etwas verringert werden muß.

f) Endlich ist — ganz abgesehen von den verschiedenen Sorten von Pulver und von den übrigen treibenden Materien, wie Schießbaumwolle u. s. w. — die Pulverkraft abhängig von der Verbrennungszeit; durch mehr oder weniger starkes Pressen, Poliren und Durchlöchern des Pulvers kann innerhalb gewisser Grenzen jeder Grad von Verbrennlichkeit erreicht werden.

Wie man sieht, hängt so die Pulverkraft von einer Reihe von Größen ab, welche selbst wieder gegenseitig sich beeinflussen.

Die Aufgabe, um die es sich handelt, ist nun eine doppelte:

1) Sei der Drall ungleichförmig vorausgesetzt, d. h. die Abwickelungen der Schraubenlinien der Züge in eine Ebene seien nicht parallele Geraden, sondern irgend welche parallele Kurven, und die Gestalt dieser Kurven soll so bestimmt werden, daß sie die vortheilhafteste ist; wobei angenommen wird, daß es sich um ein Geschütz handle, dessen Kaliber und Rohrlänge gegeben und von welchem nur die Züge unbekannt sind. Die „vortheilhafteste Gestalt" kann sich dabei auf verschiedene Forderungen beziehen:

Erstens möge die Forderung überwiegen, daß die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses an der Mündung ein Maximum sei (Auflös. § 9) — denn diese bedingt ein Maximum der Rasanz und der Schußweite —, zweitens, daß der Druck, welchen die Züge erleiden, in allen Punkten derselbe sei; es scheint nämlich vorzukommen, daß das in den Zügen laufende Geschoß von einem Zug in den andern übergleitet, was die Haltbarkeit der Züge gefährdet*) (Auflös. § 10).

2) Einen gleichförmigen Drall vorausgesetzt, wäre die zunächstliegende Aufgabe, für ein Geschütz mit gegebenem Kaliber und gegebener Rohrlänge den passendsten Drallwinkel zu finden; entweder wieder aus der Forderung, daß die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses ein Maximum sei, oder, daß die Axe des Geschosses während seines Flugs durch die Luft möglichst

*) Fr. Hentsch, Ballistik, S. 149.

mit der Flugbahntangente zusammenfalle, also daß der Ausschlag der konischen Pendelung (I., 33) so klein als möglich bleibe, oder drittens daß die Seitenabweichung sich möglichst verringere (I., § 6 Schluß), oder endlich, daß die Periode der konischen Pendelung möglichst kurz sei (I., 41).

Nun ändert sich die Seitenabweichung (39), der Ausschlag der konischen Pendelung (33) und die Periode der letzteren (41) mit der Zeit, die Seitenabweichung und die Periode der Pendelung verringern sich mit der Rotationsgeschwindigkeit a, also mit dem Drallwinkel; also ist es (cf. 33) unmöglich, im Anfang der Bewegung dem Geschoß eine solche Rotationsgeschwindigkeit zu geben, d. h. einen solchen endlichen Drallwinkel des Geschützes zu finden, daß die Axe des Geschosses in dessen weiterem Flug stets mit der Flugbahntangente genau zusammenfällt oder auch nur sich selbst parallel bleibt; und weiter muß man schließen, daß das Maximum durch $a = o$ gegeben ist, also die vortheilhaftesten Züge solche parallel der Axe sind. Auf diesen Punkt ist im Anhang zurückgekommen.

Im Folgenden soll als zweiter Theil der Frage die Aufgabe untersucht werden, mit Hülfe numerischer Daten die vortheilhafteste Beziehung zwischen Drallwinkel, Rohrlänge, Kaliber, Pulverladung, Verbrennungszeit zu bestimmen, nachdem in § 9 und § 10 der erste Theil erledigt sein wird.

§ 9.

Ungleichförmige Züge; die Anfangsgeschwindigkeit der Translation ein Maximum.

Es soll unter Voraussetzung eines ungleichförmigen Dralls gegebener Rohrlänge und Pulverladung, und gegebenen Kalibers diejenige Kurve der ebenen Abwickelung der Züge gesucht werden, welche mit Rücksicht auf die allmälig erfolgende Entwickelung der Pulvergase die Austrittsgeschwindigkeit des Geschosses zu einem Maximum macht.

Es sei ABCD der mittlere Durchschnitt des Geschützrohrs mit der Zeichenebene; AB der Boden, DC die Mündung des

Rohrs; FE derjenige zur Seelenaxe senkrechte Schnittkreis, von welchem aus die Züge beginnen, so daß FECD den gezogenen Theil, ABEF den Pulver- und Geschoßraum darstellt. Von F gehe eine der Schraubenlinien FPP_1P_2 aus (Figur 3); P sei ein beliebiger Punkt derselben; das zugehörige Kurvenelement ds, die Entfernung des Punkts vom Boden AB des Rohrs x, $AF = x_0$, AD oder die Länge des Rohrs L. Der Winkel, um welchen sich eine durch die Geschützaxe und durch P gelegte Ebene gedreht hat, bis P auf der Kurve von F nach Punkt P gelangt ist, sei φ. Zu Punkt P gehört ein bestimmter zur Geschützaxe senkrechter Schnittkreis, mit einem Radius R gleich dem halben Kaliber des Rohrs; ferner eine bestimmte Mantellinie des inneren Rohrcylinders. Die beiden zu P gehörigen Elemente dieser Mantellinie und dieses Schnittkreises sind dx und $Rd\varphi$ und bilden mit ds ein unendlich kleines rechtwinkeliges Dreieck. — Durch x und $R.\varphi$, was später mit y bezeichnet wird, ist Punkt P bestimmt; x, y können daher als die rechtwinkeligen Koordinaten von P angesehen werden; die x-Axe ist die Mantellinie des Cylinders, welche durch den Anfangspunkt F der einen betrachteten Schraubenlinie geht; die y-Axe ist die ebene Abwickelung der Kreisperipherie, welche die untere Fläche des Rohrs begrenzt. Ist noch der Winkel zwischen ds und dx oder zwischen der Tangente in P und der zu P gehörigen Mantellinie gleich α, so ist

$$R.d\varphi = dx.tg\alpha;$$

also auch, wenn t die Zeit bezeichnet

$$(42) \quad \ldots\ldots\ldots \quad R.\frac{d\varphi}{dt} = tg\,\alpha.\frac{dx}{dt}.$$

Weiter sei M die Masse des Geschosses, M dessen Trägheitsmoment um die Geschoßaxe, K die Pulverkraft, welche auf die Einheit der unteren Fläche des Geschosses wirkt.

Die Pulverkraft wirkt in der Richtung der Geschützaxe, auf das Element des Geschoßbodens K.do, auf die ganze Fläche $R^2\pi.K$. Bei der Bewegung des Geschosses beschreiben die Punkte seiner unteren Fläche Bahnen ds; die Gleichung der Bewegung ist somit

$$o = R^2\pi.K.\delta x - \Sigma\frac{d^2s}{dt^2}.\delta s.dm$$

statt δ kann d geschrieben werden,

$$\Sigma\, dm \,.\, \frac{d^2 s}{dt^2} = R^2\pi \,.\, K \frac{dx}{ds},$$

links mit $\frac{ds}{dt} \,.\, dt$, rechts mit ds multiplizirt

$$\frac{\Sigma\, dm}{2} \,.\, d\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = R^2\pi \,.\, K dx$$

Die Pulverkraft K ist erstens von der Zeit abhängig — die Art dieser Abhängigkeit sei durch die Funktion ψ (t) ausgedrückt, über die später eine Hypothese gemacht werden müßte —, zweitens von der Entfernung x des Punktes P von dem Boden des Rohrs; K ist umgekehrt proportional x, vermöge des Mariotte'schen Gesetzes, das hier als gültig vorausgesetzt werden kann (cf. Einleitung; Näheres unten). Also hat man

$$\Sigma\, dm\, d\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = \frac{2R^2\pi\psi(t)}{x} dx$$

nun ist

$$ds^2 = dx^2 + r^2 d\varphi^2;$$

wo r der Abstand des Massenelements dm von der Geschoßaxe

also $$\Sigma\, dm\, d\left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] = \frac{2R^2\pi\psi(t)}{x} dx$$

und bei Integration über das Geschoß

$$d\left[M\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + M\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] = \frac{2R^2\pi\psi(t)}{x} dx \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

Nimmt man an, es sei t in x ausgedrückt, so kann integrirt werden, und es ist, da $R d\varphi = dx \,.\, tg\,\alpha$,

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = \frac{2R^2\pi \int_{x_0}^{L} \frac{\psi(t)}{x} dx}{M + M\frac{tg^2\alpha}{R^2}}.$$

An der Mündung, wo $\alpha = \alpha_1$, ist somit das Quadrat der Austrittsgeschwindigkeit

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_1^2 = \frac{2R^2\pi \int_{x_0}^{L} \frac{\psi(t)}{x} dx}{M + \frac{M tg^2\alpha_1}{R^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (44)$$

Das Integral auf der rechten Seite oder

$$\int \frac{\psi(t)}{x} dx$$

ist zu einem Maximum zu machen, oder da die verlangte Drallkurve in ihrer ebenen Abwickelung eine Funktion $F(\varphi, x) = 0$ sein wird, so ist φ als Funktion von x in der angegebenen Weise zu bestimmen.

In dem Integral findet sich t; man hat daher zunächst t als Funktion von φ und x zu suchen oder, was dasselbe leistet, mittelst eines Faktors λ eine Bedingungsgleichung für t hinzuzufügen. Diese Bedingungsgleichung ist die Gleichung (43) der Bewegung des Geschosses durch das Rohr. Diese Gleichung ist sonach in $\int \frac{\psi(t)}{x} dx$ hinzuzufügen, nachdem überall x als unabhängige Variable eingeführt ist. Man hat

$$M \frac{d^2x}{dt^2} \cdot \frac{dx}{dt} + M \frac{d^2\varphi}{dt^2} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \frac{R^2 \pi \psi(t)}{x} \cdot \frac{dx}{dt}$$

nun ist hier

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{\frac{dt}{dx}}; \quad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\varphi}{dx} \cdot \frac{1}{\frac{dt}{dx}}$$

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{d}{dt}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right) = \frac{d}{dx}\left(\frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{1}{\frac{dt}{dx}}\right) \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$= \left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} \cdot \frac{1}{\frac{dt}{dx}} - \frac{d\varphi}{dx} \cdot \frac{\frac{d^2t}{dx^2}}{\left(\frac{dt}{dx}\right)^2}\right) \cdot \frac{1}{\frac{dt}{dx}}$$

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{\frac{d^2\varphi}{dx^2} \cdot \frac{dt}{dx} - \frac{d^2t}{dx^2} \frac{d\varphi}{dx}}{\left(\frac{dt}{dx}\right)^3}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d}{dx}\left(\frac{1}{\frac{dt}{dx}}\right) \frac{dx}{dt} \cdot = -\frac{\frac{d^2t}{dx^2}}{\left(\frac{dt}{dx}\right)^3};$$

also wird die Gleichung

$$-M\frac{\frac{d^2t}{dx^2}}{\left(\frac{dt}{dx}\right)^4}+M\frac{d\varphi}{dx}\cdot\frac{\frac{d^2\varphi}{dx^2}\cdot\frac{dt}{dx}-\frac{d^2t}{dx^2}\cdot\frac{d\varphi}{dx}}{\left(\frac{dt}{dx}\right)^4}=\frac{R^2\pi\,.\,\psi(t)}{x}\cdot\frac{1}{\frac{dt}{dx}}$$

oder, kürzer geschrieben

$$-Mt''+M(\varphi'\varphi''t'-t''\varphi'^2)-\frac{R^2\pi t'^2\psi(t)}{x}=0,$$

also hat man das Integral zu betrachten

$$\int\left[\frac{R^2\pi\psi(t)}{x}+\lambda\left\{-Mt''+M(\varphi'\varphi''t'-t''\varphi'^2-\frac{\psi(t)}{x}R^2\pi t'^2\right\}\right]dx \quad (45)$$

der Faktor von dx sei für einen Augenblick kurz mit V bezeichnet. Man variirt das Intergral, bringt es auf die Form

$$\int_{x_0}^{L}\left\{T\delta t+\Phi\delta\varphi\right\}dx$$

und setzt $T=0$, $\Phi=0$; diese Gleichungen werden

$$\frac{\partial V}{\partial t}-\frac{d}{dx}\left(\frac{\partial V}{\partial t'}\right)+\frac{d^2}{dx^2}\left(\frac{\partial V}{\partial t''}\right)-..=0$$

$$\frac{\partial V}{\partial\varphi}-\frac{d}{dx}\left(\frac{\partial V}{\partial\varphi'}\right)+\frac{d^2}{dx^2}\left(\frac{\partial V}{\partial\varphi''}\right)-..=0$$

Im vorliegenden Fall ist

$$\frac{\partial V}{\partial t}=\frac{R^2\pi\psi'(t)}{x}-\frac{R^2\pi\psi'(t)}{x}\cdot\lambda t'^2;\quad \frac{\partial V}{\partial\varphi}=0$$

$$\frac{\partial V}{\partial t'}=\lambda M\varphi'\varphi''-\frac{3\lambda R^2\pi\psi(t)t'^2}{x};\quad \frac{\partial V}{\partial\varphi'}=M\varphi''t'-2Mt''\varphi'$$

$$\frac{\partial V}{\partial t''}=-\lambda M-\lambda M\varphi'^2;\qquad \frac{\partial V}{\partial\varphi''}=\lambda M\varphi't',$$

also sind die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned}
&1)\ \frac{R^2\pi\psi'(t)}{x}-\frac{\lambda R^2\pi\psi'(t)t'^2}{x}-\frac{d}{dx}\left(\lambda M\varphi'\varphi''-\frac{3\lambda R^2\pi\psi(t)t'^2}{x}\right)\\
&\qquad\qquad-\frac{d^2}{dx^2}(\lambda M+\lambda M\varphi'^2)=0\\
&2)\ \lambda(M\varphi''t'-2Mt''\varphi')-\frac{d}{dx}(\lambda M\varphi't')=\text{const.}=b\\
&\qquad\text{dazu die Gleichung}\\
&3)\ -Mt''+M(\varphi'\varphi''t'-t''\varphi'^2)-\frac{R^2\pi t'^2\psi(t)}{x}=0,
\end{aligned}\right\}\ .\quad (46)$$

aus dieſen Gleichungen wäre λ zu eliminiren und endlich durch Elimination von t die verlangte Beziehung zwiſchen φ und x zu ſuchen. Die Konſtanten erhält man aus der Betrachtung des Terms an den Grenzen, der leicht abzuleiten iſt. Die untere Grenze iſt der feſte Punkt F; denn es wurde fortwährend diejenige unter den Drallkurven betrachtet, welche von F ausgeht, alſo iſt hier $\delta x = 0$, $\delta\varphi = 0$. An der oberen Grenze, der Mündung des Rohrs, iſt $\delta x = 0$; auch $\delta\varphi$ iſt nicht willkürlich, ſondern dadurch beſchränkt, daß die Neigung α_1 der Züge an der Mündung eine gegebene iſt (cf. § 11); ſie muß ſo beſtimmt werden, daß ſpäter die koniſche Pendelung der Geſchoßaxe und damit die Seitenabweichung möglichſt verringert wird. Man hat ſomit die Konſtanten daraus zu beſtimmen, daß für $x = x_0$, $\frac{dx}{dt} = 0$, $\frac{d\varphi}{dt} = 0$ und für $x = x_1$, $tg\alpha = tg\alpha_1$.

Dies wäre die zunächſt ſich darbietende Methode zur Löſung der Aufgabe. Da jedoch die Gleichungen (46) vermöge ihrer gegenſeitigen Abhängigkeit eine erfolgreiche Behandlung nicht zu geſtatten ſcheinen, ſo habe ich noch einen anderen Weg eingeſchlagen, welcher zu einem poſitiven Reſultate führt.*)

Wenn im Vorhergehenden die Reibung R in dem variablen Punkt P mitberückſichtigt worden wäre, ſo hätte man für die Austrittsgeſchwindigkeit erhalten (cf. 44)

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_1^2 = \frac{2\int \frac{R^2\pi\psi(t)}{x}\,dx - 2\int R\,ds}{M + M\frac{tg^2\alpha_1}{R^2}}.$$

Die Betrachtung des Integrals $\int\frac{\psi(t)}{x}\,dx$ hat zu keinem Ergebniß geführt; es ſoll nun verſucht werden, den Zähler auf der rechten Seite ſo zu beſtimmen, daß möglichſt wenig ſubtrahirt, daß alſo $\int R\,ds$ oder die geſammte Reibung ein Minimum wird.

Die Reibung beſteht aus zwei Theilen, die ſich aus Folgendem ergeben. Das Geſchoß, das von hinten in das Rohr

*) Herr P. Du Bois Reymond, welcher ſich früher ebenfalls mit dieſer Aufgabe beſchäftigt hat, giebt an, unter einer gewiſſen Vorausſetzung über die Pulverkraft paraboliſchen Drall erhalten zu haben.

eingeführt wird, hat einen Durchmeſſer, der etwas größer iſt als das Kaliber des Rohrs, gemeſſen von einer Erhöhung der Züge zur gegenüberſtehenden. Mit ſeinem Bleimantel drückt es ſich in die rinnenartigen Vertiefungen der Züge ein; daraus entſteht ein zweifacher Druck. Der erſte Theil rührt daher, daß das Geſchoß gegen die vordere Seitenwand jener Rinnen gepreßt wird; ſeine Richtung iſt alſo ſenkrecht zu ds und ſeine Größe $K \cdot \sin \alpha$ oder $K \cdot \frac{R d\varphi}{ds}$ oder endlich, wenn $R d\varphi$ mit dy bezeichnet wird $K \cdot \frac{dy}{ds}$. Der zweite Theil kommt daher, daß das Geſchoß in ſich ſelbſt zuſammengedrückt wurde; vermöge ſeiner Elaſtizitätskraft ſucht es ſich wieder auszudehnen und drückt gegen die Züge; dieſer Druck iſt in der Richtung des Radius eines Schnittkreiſes gerichtet, welcher durch den Punkt P ſenkrecht zur Seelenaxe gelegt wird, ſteht alſo ſenkrecht auf ds und auf der Richtung des erſten Drucks, und kann als konſtant angenommen werden, gleich Q; in Q iſt zugleich der Druck $G \cdot \cos e$ eingerechnet, welcher von dem Gewicht des Geſchoſſes herrührt, das mit ſeiner unterſten Mantellinie auf der Seelenwand aufliegt. Damit iſt der Druck $K \frac{dy}{ds} + Q$ gegen ds berechnet. Die Reibung ſelbſt iſt dem Druck proportional und von der reibenden Fläche unabhängig, alſo iſt die Reibung

$$R = \mu K \frac{dy}{ds} + \mu Q.$$

Um einen paſſenden, kurzen Ausdruck für die Pulverkraft K zu finden, wird man am beſten die graphiſche Darſtellung der beſchleunigenden Kräfte als Funktion der Rohrlänge oder von x, Figur 6, und diejenige der Geſchwindigkeiten ebenfalls in Funktion von x, Figur 5, zu Rathe ziehen (nach Prehn; Hentſch, Balliſtik S. 40 und 141). Beide Kurven beziehen ſich auf die wirkliche Bewegung des Geſchoſſes durch das Rohr, ſo daß die Zeit nicht mehr berückſichtigt zu werden braucht. Die Geſtalt der Kurve, Figur 6, ſoweit ſie in Betracht kommt und gezeichnet iſt, gleicht am meiſten einer gleichſeitigen Hyperbel; danach hätte K die Form

$$K = f \cdot \frac{x_0}{x}$$

wo f ein numerischer Koeffizient und x_0 der kleinste We
x annehmen kann; daraus würde vermöge der mechanischen
gleichung

$$M\frac{d^2x}{dt^2} = M\frac{dv}{dx}\cdot v = \frac{1}{2}M\frac{d(v^2)}{dx} = K$$

folgen, daß die Geschwindigkeiten v wie die Ordinat
logarithmischen Linie wachsen. In der That hat auch d
Figur 5 ganz diese Gestalt. Folglich ist

$$(47) \quad \ldots\ldots\ldots \quad K = f.\frac{x_0}{x}$$

übereinstimmend mit der Hypothese von Poisson, mécan. ra
Dabei ist zu bemerken, daß dies nur ein Näherungsdru
Wirklichkeit wird K durch einen sehr komplizirten Ausd
gestellt. Also ist das Integral

$$\int\left(\frac{\mu f.x_0}{x}\cdot\frac{dy}{ds}+\mu Q\right)ds$$

oder

$$(48) \quad \ldots\ldots \int_{x_0}^{L}\left(\frac{\mu f.x_0}{x}\cdot\frac{dy}{ds}+\mu Q\sqrt{1+\left(\frac{dy}{ds}\right)^2}\cdot\right)dx$$

zu einem Minimum zu machen. Man hat die Gleich
zulösen:

$$\frac{\partial V}{\partial y}-\frac{d}{dx}\left(\frac{\partial V}{\partial y'}\right)+\ldots=0;$$

also hier

$$\frac{\mu f.x_0}{x}+\frac{\mu Q y'}{\sqrt{1+y'^2}}=\text{const.}=c.$$

Der Term an den Grenzen ist

$$\Big|_{x_1}^{L}\left(V\delta x+\frac{\partial V}{\partial y'}.dy\right)$$

An der unteren Grenze, dem festen Punkt F, ist $\delta x = 0$
an der Mündung ist $\delta x = 0$, δy willkürlich; denn die S
linie kann auf der Peripherie des Mündungskreises end
sie will; — von der Beschränkung, daß der Neigungs

n der Mündung nach § 11 durch das Minimum der koniſchen
endelung beſtimmt iſt, iſt hier (cf. Einleitung) abſichtlich kein
ebrauch gemacht —. Aus der Willkürlichkeit von δy folgt, daß
$\frac{V}{y'} = o$, alſo $c = o$; ſomit hat man

$$\frac{fx_0}{x} + \frac{Qy'}{\sqrt{1+y'^2}} = o$$

$$-\frac{fx_0}{x} \cdot \sqrt{1+y'^2} = Qy'$$

$$y'^2 = \frac{\left(\frac{fx_0}{x}\right)^2}{Q^2 - \left(\frac{fx_0}{x}\right)^2}$$

$$\pm y = \int \frac{fx_0 dx}{\sqrt{Q^2x^2 - f^2x_0^2}} + \text{const.}$$

$$\pm y = \frac{fx_0}{Q} \log\left(Qx + \sqrt{Q^2x^2 - f^2x_0^2}\right) + \text{const.}$$

nd da im Anfang der Bewegung, für $x = x_0$, $y = o$

$$\pm \frac{Q}{fx_0} \cdot y = \log \frac{Qx + \sqrt{Q^2x^2 - f^2x_0^2}}{Qx_0 + \sqrt{Q^2x_0^2 - f^2x_0^2}} \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

Die ebene Abwickelung der geſuchten Schraubenlinie iſt alſo
ne logarithmiſche Linie, welche anfangs weniger raſch
egen die Mündung anſteigt als ſpäter. Das doppelte Vor-
ichen von y zeigt an, daß ſowohl rechts- als linksdrehende Züge mög-
ch ſind. (Eine ſolche Geſtalt entſpricht auch ſehr gut der freien
ewegung des Geſchoſſes durch ein Geſchütz ohne Züge, wie Ver-
uche mit Rotationszündnadelgewehren beweiſen [Hentſch, Balliſtik,
ag. 39]; dieſe waren an ihrem hinteren Ende mit einem kurzen
rall verſehen, der übrige Theil des Laufes glatt; die im Pulver-
leim markirten Spiralen waren nach der Mündung hin immer
ehnter, ähnlich wie bei der Aufwickelung einer logarithmiſchen
inie.) Uebrigens iſt nicht abſolut ausgeſchloſſen, daß die
umeriſche Berechnung der Formel eine Unmöglichkeit für die
raxis anzeigt.

Wie man ſieht, wurde die Arbeit der Reibung zu einem
xtremum gemacht, und zwar offenbar zu einem Minimum; denn

das Maximum würde einer Schraubenlinie entsprechen, welche unendlich vielen und langen Windungen durch das Rohr geht.

Es bleibt übrig, eine Methode zur Bestimmung Werthe f und Q aus Daten der Beobachtung anzuge (denn theoretisch würde die elastische Reaktionskraft Q nur unge und in sehr komplizirter Form zu erhalten sein); μQ sei kurz Q_1 bezeichnet.

Die Bestimmung geschieht durch Integration der Gleich welche die Bewegung des Geschosses durch das Rohr eines schützes z. B. mit gleichförmigen Zügen darstellt; die s Feldkanone hat einen Drallwinkel von 3° 36′; die Schrauben der Züge in ihrer Abwickelung sind somit Gerade von der $y = \text{tg } 3° 36' . (x - x_0)$, und $\frac{dy}{dx}$ ist konstant. Die Größ proportional der unteren Fläche $R^2\pi$ des Geschosses, auf die Pulvergase drücken, dem Gewicht g der Pulverladun einem numerischen Koeffizienten $\sigma =$ der Pulverkraft, welc die Flächeneinheit in der Zeiteinheit durch die Explosion Pulvermenge von der Einheit des Gewichts in der Entf $x = x_0$ ausgeübt wird; also ist die Pulverkraft $= \frac{\sigma . g . R}{x}$

Die Bewegungsgleichung lautet somit, wenn zunächst das in unendlich kleine parallele Prismen zerlegt wird, au untere Fläche $d\sigma$ die Pulverkraft wirkt:

$$dm . \frac{d^2s}{dt^2} = \frac{\sigma . g . do . x_0}{x} . \frac{dx}{ds} - \frac{\sigma g . do . x_0 \mu}{x} . \frac{dy}{ds} - Q$$

links mit $\frac{ds}{dt} . dt$, rechts mit ds multiplizirt, wird, da $\frac{d}{d}$ oder gleich der konstanten Neigung der Züge:

$$\frac{dm}{2} d \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = \frac{\sigma g \, do \, x_0}{x} . dx - \frac{\sigma . g . do . x_0 . \mu}{x} . \text{tg } \alpha .$$
$$- Q_1 \sqrt{1 + \text{tg}^2 \alpha} . dx$$

nun ist für irgend einen Punkt im Innern des Geschos dem Abstand r von der Axe

$$r . d\varphi = \text{tg } \alpha . dx \text{ und}$$
$$ds^2 = dx^2 + r^2 . d\varphi^2,$$

an der Oberfläche des Geschosses: $R \cdot dx = tg\alpha \cdot dx$; also

$$\frac{dm}{2} d\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = \frac{dm}{2} d\left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right];$$

und durch Integration über das ganze Geschoß, wenn M die Masse, M das Trägheitsmoment um die Geschoßaxe:

$$\frac{M}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \frac{M}{2}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = \int\left(\frac{\sigma g R^2 \pi x_0}{x} - \frac{\sigma g R^2 \pi \cdot x_0 \mu tg\alpha}{x} - Q_1\sqrt{1 + tg^2\alpha}\right) dx + const$$

oder, da $\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = \frac{tg^2\alpha}{R^2} \cdot \left(\frac{dx}{dt}\right)^2$ und $\frac{dx}{dt} = 0$ für $x = x_0$

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2\left(\frac{M}{2} + \frac{M\,tg^2\alpha}{2R^2}\right) = \int_{x_0}^{x}\left(\log x \cdot \sigma g R^2 \pi x_0 (1 - \mu\, tg\,\alpha) - Q_1\sqrt{1 + tg^2\alpha} \cdot x\right)$$

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = \left(\log\frac{x}{x_0} \cdot \sigma g R^2 \pi x_0 (1 - \mu tg\alpha) + Q_1\sqrt{1 + tg^2\alpha} \cdot (x_0 - x)\right) : \left(\frac{M}{2} + \frac{M}{2} \cdot \frac{tg^2\alpha}{R^2}\right)$$

An der Mündung des Rohrs ist

(50a) . .
$$\begin{cases} V^2 = \left[\log\frac{L}{x_0}\sigma g R^2 \pi x_0 (1 - \mu tg\alpha) + Q_1\sqrt{1 + tg^2\alpha}\,(x_0 - x)\right] : \left(\frac{M}{2} + \frac{M}{2}\frac{tg^2\alpha}{R^2}\right) \end{cases}$$

Nimmt man eine andere Pulverladung g_1, so wird

(50b) . .
$$\begin{cases} V_1^2 = \left[\log\frac{L}{x_0} \cdot \sigma g_1 R^2 \pi x_0 (1 - \mu tg\alpha) + Q_1\sqrt{1 + tg^2\alpha}\,(x_0 - x)\right] : \left(\frac{M}{2} + \frac{M}{2}\frac{tg^2\alpha}{R^2}\right) \end{cases}$$

Die Austrittsgeschwindigkeiten V und V_1 mißt man durch den elektrischen Apparat, alle anderen Größen sind gegeben; man

hat somit zwei Gleichungen ersten Grades für die Unbekannten ε und Q. (Der Reibungskoeffizient μ, welcher sich auf Reibung von Blei auf Eisen bezieht, scheint nicht vorhanden zu sein; ich habe die Gelegenheit benutzt, denselben physikalisch zu bestimmen; hier für den Uebergang von Ruhe in Bewegung; es fand sich $\mu = 0{,}251$.)

§ 10.

Ungleichförmige Züge; der Druck in den Zügen konstant.

Es mögen zweitens die Kurven der ebenen Abwickelung der Züge so bestimmt werden, daß der Druck und daher die Reibung in den Zügen überall dieselben seien.

Ueber die Pulverkraft K werde eine andere Hypothese versucht; K hängt von der Zeit ab und ist dem Mariotte'schen Gesetz zufolge umgekehrt proportional x, also

$$K = f \cdot \frac{\psi(t)}{x}$$

in den Kurven von Deprez*) ist die Pulverkraft als Funktion von t aufgetragen; dieselben haben annähernd die Gestalt von Parabeln; danach ist $\psi(t) = t^2$, somit

$$(51) \quad \ldots\ldots\ldots \quad K = f \cdot \frac{t^2}{x};$$

der zu den Zügen senkrechte Druck ist $f \cdot \frac{t^2}{x} \cdot \frac{dy}{ds}$; man hat also die Gleichung

$$(52) \quad \ldots\ldots\ldots \quad f \cdot \frac{t^2}{x} \cdot \frac{dy}{ds} = \text{const.}$$

in K findet sich t; deshalb ist zuerst eine Beziehung zwischen t und x zu finden, und zwar aus der Bewegungsgleichung des Geschosses im Rohr, von welcher näherungsweise vorausgesetzt sei, daß sie dieselbe ist, wie bei den älteren Geschützen ohne große Reibung, also aus

$$M \frac{d^2x}{dt^2} = f \cdot \frac{t^2}{x};$$

*) Compt. rend. LXXIX.

eine Löſung ſei

$$x = a_0 t + at^2 + bt^3 + \cdots$$

(x_0 als klein betrachtet); oder vielmehr, da für $t = o)\ \frac{dx}{dt} = o$,

$$x = a \cdot t^2 + bt^3 + ct^4 + \cdots$$

Durch Einſetzen wird

$$2a + 2 \cdot 3\,bt + 3 \cdot 4\,ct^2 + 4 \cdot 5 \cdot d \cdot t^3 + \cdots = \frac{f}{M} \cdot \frac{t^2}{at^2 + bt^3 + \cdots}$$

daraus

$$a = \sqrt{\frac{f}{2M}},\ b = o,\ c = o, \ldots \text{ alſo}$$

$$x = \sqrt{\frac{f}{2M}} \cdot t^2;\ \frac{t^2}{x} = \text{const.} = K_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (53)$$

alſo erhält man

$$K_1 \cdot \frac{dy}{ds} = \text{const.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (54)$$

d. h. die geſuchte Linie gleichen Drucks und gleicher Reibung iſt bei der obigen Annahme über die Pulverkraft eine Gerade, und die vortheilhafteſten Züge ſind unter der obigen Forderung die gleichförmigen.

§ 11.

Gleichförmiger Drall; vortheilhafteſte Beziehung zwiſchen Rohrlänge, Drallwinkel, Kaliber, Pulverladung und Verbrennungszeit des Pulvers.

Im Folgenden iſt ein gleichförmiger Drall vorausgeſetzt, und die Aufgabe ſei, die vortheilhafteſte Beziehung zwiſchen den oben angegebenen Größen zu finden. Dieſe „vortheilhafteſte" Beziehung gehe z. B. auf die Forderung, die Anfangsgeſchwindigkeit V der Vorwärtsbewegung zu einem Maximum zu machen; denn damit wird (nach I, 33) a und damit der Ausſchlag der koniſchen Pendelung und (cfr. § 6, Schluß) die Seitenabweichung verringert.

Die folgende Methode iſt eine Kombination von Rechnung und Beobachtungsreihen; indem es ſehr ſchwierig ſein wird, auf rein theoretiſcher Grundlage eine Geſchützkonſtruktion anzugeben.

Die Anfangsgeſchwindigkeit V des Geſchoſſes iſt nach dem in der Einleitung Geſagten eine Funktion der Rohrlänge l, des Kalibers r, des Drallwinkels α, der Pulverladung p und der Verbrennungszeit T des Pulvers (falls Pulver verwendet wird). Es kann angenommen werden, daß dieſe einzelnen Abhängigkeiten durch Potenzreihen darſtellbar ſind; ſind alſo a, b, c, a_1, b_1, c_1 ꝛc. Koeffizienten, welche nachher irgendwie beſtimmt werden müſſen, ſo iſt die Anfangsgeſchwindigkeit V

$$
\begin{aligned}
V = {} & (a + b\,l + c\,l^2 + d\,l^3 + \dots) \cdot \\
& (a_1 + b_1 r + c_1 r^2 + d_1 r^3 + \dots) \cdot \\
& (a_2 + b_2 \alpha + c_2 \alpha^2 + d_2 \alpha^3 + \dots) \cdot \\
& (a_3 + b_3 p + c_3 p^2 + d_3 p^3 + \dots) \cdot \\
& (a_4 + b_4 T + c_4 T^2 + d_4 T^3 + \dots) \cdot
\end{aligned}
\tag{55}
$$

Vor Allem ſind die Koeffizienten zu beſtimmen. Dies geſchieht, indem man ſo viele Gleichungen aufſtellt, als Koeffizienten vorhanden ſind. Dieſe Gleichungen erhält man, wenn man die Beobachtungen von V, a) für r, α, p, T und ein beſtimmtes l, b) für gleiche r, α, p, T und ein zweites beſtimmtes l ꝛc. ſucht, zweitens ebenſo mit r u. ſ. f. verfährt und je die Zahlenwerthe einſetzt; dadurch ergiebt ſich die entſprechende Anzahl von linearen Gleichungen, in welchen a, b, c, a_1, b_1 ꝛc. die Unbekannten darſtellen. Dieſe Gleichungen werden aufgelöſt und die Werthe oben eingeſetzt.

Z. B. ſoll nur die vortheilhafteſte Beziehung zwiſchen dem Drallwinkel und der Rohrlänge geſucht werden; es genüge, bei der zweiten Potenz ſtehen zu bleiben, ſo hat man

$$V = (a + b \cdot l + c \cdot l^2)(a_2 + b_2 \alpha + c_2 \alpha^2)$$

man ſtellt drei Beſtimmungsgleichungen auf, indem man 1) die Beobachtungen von V bei einem beſtimmten Drallwinkel α nimmt, bei welchem die Rohrlänge l ſucceſſive verkürzt wird (vgl. z. B. die Beobachtungen von Uchatius; Hentſch, Balliſtik, S. 91), je die entſprechenden Werthe von V und l für je eine der Gleichungen benutzt; dann ebenſo drei Gleichungen für α; man erhält ſo ſechs Gleichungen für die ſechs Unbekannten a, b, c, a_2, b_2, c_2. — Im Allgemeinen wird man die Zahl der zu beſtimmenden Koeffizienten erheblich reduziren können, wenn man je die Beziehung zwiſchen V und l, V und α ꝛc. graphiſch aufträgt und die erhaltene Linie mit einer bekannten Kurve vergleicht.

Auf dieſe Weiſe ſeien die Koeffizienten beſtimmt; V ſoll ein Maximum werden; alſo hat man zu bilden

$$\frac{\partial V}{\partial l} = 0,\ \frac{\partial V}{\partial r} = 0,\ \frac{\partial V}{\partial \alpha} = 0,\ \frac{\partial V}{\partial p} = 0,\ \frac{\partial V}{\partial T} = 0$$

oder

$$\begin{aligned}
b + 2c\,l + 3d\,l^2 + \cdots &= 0\\
b_1 + 2c_1 r + 3d_1 r^2 + \cdots &= 0\\
b_2 + 2c_2 \alpha + 3d_2 \alpha^2 + \cdots &= 0\\
b_3 + 2c_3 p + 3d_3 p^2 + \cdots &= 0\\
b_4 + 2c_4 T + 3d_4 T^2 + \cdots &= 0
\end{aligned}$$

Die Löſungen l_1, r_1, α_1, p_1, T_1 ꝛc. dieſer Gleichungen geben ein Extremum für die Austrittsgeſchwindigkeit.

Aehnlich wird man verfahren, wenn man die koniſche Pendelung oder die Seitenabweichung zu einem Minimum machen will, indem man V durch eine dieſer Größen erſetzt und analog verfährt.

In der Mehrzahl der Fälle wird es ſich darum handeln, eine noch fehlende Größe an einem Geſchütz am paſſendſten zu beſtimmen, z. B. ſei die Rohrlänge l_1, das Kaliber r_1, die Pulverladung p_1, die Verbrennungszeit T_1 bekannt, und es ſoll der Neigungswinkel α der Züge ſo gefunden werden, daß die Anfangsgeſchwindigkeit V_1 eine beſtimmte ſei, aber die Geſchoßpendelung ſich möglichſt verringere. Man ſetzt die bekannten Werthe l_1, r_1, p_1, T_1, V_1 in (55) ein und hat eine Gleichung, in welcher α die Unbekannte darſtellt. In dieſer ſucht man die kleinſte Wurzel α, welche die Gleichung befriedigt. Denn dann wird nach I, 33 die Geſchoßaxe mit der Flugbahntangente möglichſt zuſammenfallen.

Eine der obigen Berechnungen numeriſch durchzuführen, muß ich Andern überlaſſen, da mir die nöthigen Beobachtungsreihen nicht zur Verfügung ſtehen.

Anhang.

§ 12.

Erſcheinungen bei axenparallelen Zügen.

In § 8 hat es ſich auf theoretiſchem Wege gezeigt, daß es unmöglich iſt, für ein gegebenes Geſchütz (unter Vorausſetzung eines gleichförmigen Dralls) einen ſolchen endlichen Drallwinkel zu finden, daß die Seitenabweichung und die koniſche Pendelung ganz verſchwindet, und daß Letzteres erſt eintritt, wenn der Drallwinkel Null iſt, d. h. wenn die Züge parallel der Axe laufen.

Dieſe Geſtalt der Züge ſcheint zunächſt dem Gedanken, welcher überhaupt zur Einführung der Züge Veranlaſſung gab, direkt zu widerſprechen: man wollte auf Grund des Prinzips von der Erhaltung der Rotationsebene durch raſche Rotation des Geſchoſſes um ſeine Längsaxe die letztere veranlaſſen, ihre Richtung fortwährend beizubehalten, um die unregelmäßigen Seitenabweichungen auszuſchließen, und erreichte dieſen Zweck auch vollkommen; vergaß jedoch das zweite Rotationsgeſetz, daß eben in Folge jener Rotation die Axe außerdem noch langſam um den Schwerpunkt pendelt und ſich periodiſch weiter von der Tangente entfernt, und erhielt ſo kleinere, regelmäßige Seitenabweichungen.

Durch axenparallele Züge wird dem Geſchoß eine ſichere Führung durch das Rohr ertheilt, welche alle Rotationen und damit ſowohl unregelmäßige, als regelmäßige Seitenabweichungen ausſchließt. Welche Erſcheinungen ſonſt eintreten, wird die Rechnung zeigen. Es iſt dies ein Fall, der für ſich berechnet werden muß und wenigſtens theoretiſches Intereſſe bietet. Zu entſcheiden, ob daſſelbe über das theoretiſche hinausgeht, muß vollſtändig einer kompetenteren Seite anheimgeſtellt bleiben. Hier ſei nur das Werk von Rutzky, „Bewegung und Abweichung der Spitzgeſchoſſe“, erwähnt, S. 10: „Da durch die Vervollkommnung der Konſtruktion der gezogenen Geſchützrohre die Idee ſich immer mehr fixirt, als könne man Langgeſchoſſe nur aus gezogenen Rohren

auf große Weiten richtig schießen, so soll diese Idee widerlegt und auf ein Geschoß aufmerksam gemacht werden, welches, aus Rohren mit geraden Zügen abgeschossen, das Ziel ohne Rotation mit der gewünschten Perkussion und ohne jegliche Seitenabweichung zu treffen im Stande sei"; und S. 62 ff., „Kapitel über Langgeschosse für glatte Rohre; Vor- und Nachtheile der gezogenen Rohre".

Der Neigungswinkel der Züge ist Null, folglich ist nach (42) die Rotationsgeschwindigkeit $a = \text{Null}$; daher nach (40) auch die Seitenabweichung, Das Geschoß geht also ohne Rotation durch das Rohr und bleibt während seines ganzen Flugs in der durch die Geschützaxe gelegten Vertikalebene. Unregelmäßige Seitenabweichungen sind, wie bemerkt, dadurch unmöglich gemacht, daß die sichere Führung des Geschosses in den Zügen anderweitige Rotationen ausschließt. Zugleich fällt der Verlust an lebendiger Kraft durch die Rotation fort. Ueber die Bewegung der Geschoßaxe im Einzelnen erhält man folgendermaßen Aufschluß: Die Gleichungen (21) und (22) im ersten Abschnitt vereinfachen sich zu diesen:

$$\left.\begin{array}{l|l} \frac{d\psi}{dt} = -q & \frac{dp}{dt} = f.(\vartheta + \delta) \\ \frac{d\vartheta}{dt} = p & \frac{dq}{dt} = -f.\psi, \text{ wo } \delta = e + \gamma_1 - \gamma_1 (1 + v\sigma t)^2 \end{array}\right\} . \quad (56)$$

$$f = \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A (1 + v\sigma t)^2}$$

dabei ist für $t = o$, $p = o$, $\vartheta = -e$, $\psi = o$; um ϑ und ψ zu erhalten, sind p und q zu eliminiren; es wird:

$$\frac{d^2\psi}{dt^2} = -\frac{dq}{dt} = f\psi$$

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} = \frac{dp}{dt} = f.(\vartheta + \delta)$$

zu dieser letzten beiderseits $\frac{d^2\delta}{dt^2}$ oder $-2\gamma_1 v^2\sigma^2$ addirt, hat man

$$\left.\begin{array}{l} \frac{d^2(\vartheta + \delta)}{dt^2} - \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A (1 + v\sigma t)^2} (\vartheta + \delta) + 2\gamma_1 v^2\sigma^2 = o \\ \frac{d^2\psi}{dt^2} - \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A (1 + v\sigma t)^2} . \psi = o \end{array}\right\} . . \quad (57)$$

zu integriren. Zunächst die letztere, denn diese hat die Form der „reduzirten" ersten Gleichung; es sei zur Abkürzung $1 + v\sigma t = T$, $dt = \frac{dT}{v\sigma}$, eine Lösung sei $\psi = T^\alpha$, dies giebt

$$v^2\sigma^2\alpha(\alpha - 1) - \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A}$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{\mu v^2 r^2 \pi (h - h_1)}{2A \cdot v^2\sigma^2}} = \frac{1}{2} \pm \text{„}\omega\text{"}, \text{ somit}$$

(58) . . . $\psi = A(1 + v\sigma t)^{1/2 + \omega} + B(1 + v\sigma t)^{1/2 - \omega}$

für $t = o$ ist $\psi = o$, also $A = o$, $B = o$, somit

$$\psi = o$$

Auch die Geschoßaxe bleibt folglich in der ursprünglichen Vertikalebene.

Die erste Gleichung (20) ist von der zweiten um das Glied $2\gamma_1 v^2\sigma^2$ verschieden. Die zwei partikulären Integrale ihrer reduzirten Gleichung sind:

$$y_1 = (1 + v\sigma t)^{1/2 + \omega},\ y_2 = (1 + v\sigma t)^{1/2 - \omega};$$

das allgemeine Integral wird nach bekannten Methoden

(59) . . .
$$\begin{cases} \vartheta + \delta = C_1(1 + v\sigma t)^{1/2 + \omega} + C_2(1 + v\sigma t)^{1/2 - \omega} \\ \qquad + \dfrac{2\gamma_1 v^2\sigma^2 (1 + v\sigma t)^2}{\omega^2 - \frac{9}{4}} \end{cases}$$

C_1 und C_2 werden aus dem Anfangszustand bestimmt;

für $t = o$ ist $\vartheta = -e$; $\frac{d\vartheta}{dt} = o$; damit wird

$$C_1 = -\frac{\gamma_1 v^2\sigma^2}{\omega^2 - \frac{9}{4}}\left(\frac{5}{2\omega} + 1\right) - \frac{\gamma_1}{\omega}$$

$$C_2 = +\frac{\gamma_1 v^2\sigma^2}{\omega^2 - \frac{9}{4}}\left(\frac{5}{2\omega} - 1\right) + \frac{\gamma_1}{\omega}$$

Danach wird ϑ mit wachsendem t stetig kleiner; das Geschoß dreht sich um den Schwerpunkt immer mehr nach rückwärts, bis es zuletzt nach hinten umschlägt.

Wenn in der Wurzel ω, $h - h_1$ negativ wird, ſo muß es einen Werth $h - h_1$ geben, für welchen $\omega = o$ wird, und in der Nähe dieſes Werthes einen andern, für welchen, wenigſtens ſehr annähernd,

$$\vartheta = -\delta$$

iſt. Aber $-\vartheta$ iſt der cos des Winkels zwiſchen der Sz- und Sz_1-Axe; δ derjenige des Winkels zwiſchen Sz und der Tangente ST. Wenn alſo der Schwerpunkt nahe der Spitze des Geſchoſſes liegt, bleibt die Geſchoßaxe fortwährend nahezu in der Tangente der Flugbahn, und zugleich nach dem Obigen das ganze Geſchoß in der urſprünglichen Vertikalebene, — ein Fall, welcher bei den Pfeil-Schüſſen ſich findet, da der Schwerpunkt des Pfeils meiſt nahe der Spitze liegt.

XVII.

Die hiſtoriſche Ausſtellung in Wien.

Die nunmehr geſchloſſene hiſtoriſche Ausſtellung in dem neuen Wiener Rathhauſe war allerdings hauptſächlich für das „große Publikum" berechnet. Sie bot jedoch auch ſpeziell für den Artilleriſten und Ingenieur vieles Intereſſante, wenn auch nicht in dem Umfange, wie es zu wünſchen und zu erwarten geweſen wäre, wenn man bedenkt, daß dieſelbe zur Verherrlichung eines ſo eminent kriegeriſchen Ereigniſſes, wie die Vertheidigung Wiens es war, wobei zudem der Kriegsbaumeiſter und der Konſtabler die Hauptrolle ſpielten, in Scene geſetzt wurde. Vielleicht waren eben die bezüglichen Fachmänner in dem Ausſtellungsrathe nicht genügend vertreten.

Die Portraits der hervorragenden Perſönlichkeiten (darunter der Polenkönig mehr als ein halbes Dutzend Mal), mehrere Schlachten- und Gefechtsbilder, der Schädel Kara Muſtaphas, der Schuppenpanzer Sobieskis, zwei türkiſche Zelte, mehrere türkiſche Fahnen, Roßſchweife und Waffen, das ſind die Gegenſtände, welche die Schauluſt des größeren Theils der Beſucher feſſelten, aber auch den Kern und die Maſſe der Ausſtellung bildeten.

Sehr intereſſant war jedenfalls die ziemlich vollſtändige Sammlung der über die Belagerung in jener und der nächſtfolgenden Zeit erſchienenen Druckwerke und mehrerer wichtigen Aktenſtücke. Leider waren dieſelben, wie es bei dem vorausſichtlich großen Beſuche wohl nicht anders ſein konnte, in wohlverſchloſſenen Glaskiſten ausgeſtellt, ſo daß man eben nur die Titel leſen, in

den Inhalt aber keinen, wenn auch nur flüchtigen Einblick nehmen konnte.

Auch waren viele auf die Ereigniſſe jener Tage bezügliche Holzſchnitte und Kupferſtiche ausgeſtellt, deren Zahl jedoch mit einiger Mühe bedeutend hätte vermehrt werden können. Die berühmte Sammlung des F. Z. M. Hauslab, ſowie die in ihrer Art höchſt originelle Sammlung des vor einigen Jahren verſtorbenen Heidinger, eines einfachen Wiener Bürgers und Gaſtwirthes, enthielten ſo manches hochintereſſante, in der Ausſtellung aber nicht ſichtbare Stück. Unzweifelhaft würde man auch in den Depots des Magiſtrats, in den Zeughäuſern und dergl. noch viele an jenes Ereigniß mahnende Dinge haben auftreiben können. Doch ſcheint hierbei wohl der beſchränkte Raum Einfluß geübt zu haben, und vielleicht mochten auch manche Gegenſtände für nicht wichtig und ſchön genug erachtet werden, obwohl dieſelben zur Vervollſtändigung beigetragen hätten.

Ziemlich zahlreich und für den Ingenieur ſehr intereſſant waren die Pläne der Feſtung und der Belagerungsarbeiten. Dieſelben waren in den verſchiedenſten Formaten zu ſehen und theilweiſe ſehr nett ausgeführt. Doch betrafen dieſelben immer nur das Ganze, und Detailpläne waren nirgends zu ſehen. Es wäre eigenthümlich, daß von den Entwürfen über die in den verſchiedenen Werken ausgeführten Arbeiten ſich gar keiner ſollte erhalten haben. Und gewiß mußten die Ingenieure dieſe Entwürfe, wenn auch nur im Brouillon, verfertigt und vielleicht auch ihren Vorgeſetzten vorgelegt haben. Mit Benutzung ſolcher Skizzen hätten dann auch Modelle und plaſtiſche Darſtellungen verfertigt werden können, Gegenſtände, die der Ingenieur in der Ausſtellung gewiß mit Bedauern vermißte.

Für den Artilleriſten fand ſich beinahe noch weniger. Einige Dutzend Musketen und Wallflinten, mehrere Zeichnungen u. ſ. w. Von den bei der Vertheidigung verwendeten eigenthümlichen Geſchoſſen ſcheint ſich leider keines erhalten zu haben. (Die eroberten türkiſchen Geſchütze wurden bekanntlich zum Theile zum Guß der großen Glocke des Stefansthurmes verwendet, und die im Wiener Arſenal früher befindlichen türkiſchen Kanonen, die übrigens gar keinen Kunſtwerth hatten, wurden im Laufe der Zeit in Geſchütze umgegoſſen).

Das Intereſſanteſte waren jedenfalls zwei laffetirte ſogenannte Orgelgeſchütze. Dieſelben beſtanden aus fünf nebeneinander liegenden ſtarken Läufen von ungleicher Länge und etwa einzölligem Kaliber. Dieſelben glichen demnach weniger den gewöhnlichen Orgelgeſchützen oder „Todtenorgeln", bei welchen mehrere kurze Läufe in einer oder zwei Reihen in einem Kaſten lagen, ſondern eher den modernen Requabatterien, mit denen ſie auch hinſichtlich der Vorrichtung zur Ertheilung der Höhen- und Seitenrichtung eine entfernte Aehnlichkeit hatten.

Im Uebrigen aber verdiente die ganze Anordnung der Ausſtellung alles Lob, und es muß auch der zahlreiche Beſuch der letzteren durch die Unteroffiziere und Soldaten der Artillerie und der techniſchen Truppen rühmend hervorgehoben werden.

A. D.

XVIII.

Eine Bemerkung zum Geſchütz-Exerzir-Reglement für die Fuß-Artillerie.

Das Allerhöchſten Orts genehmigte Reglement für die Ausbildung am Geſchütz bringt außer bedeutenden Vereinfachungen der Bedienung und Verbeſſerungen im Ineinandergreifen der Mannſchaft während derſelben auch die Erfüllung einiger Wünſche der Truppen.

In letzterer Beziehung iſt vor Allem zu erwähnen, daß die Bedienung des Geſchützes nach § 6 und 26 im Rühren erfolgen kann, dann die Vorſchriften für das Wegtreten und die Ablöſung u. A. m.

Bei dieſem Eingehen auf die Wünſche der Truppen fällt es um ſo mehr auf, daß ein wichtiger Punkt gar keine Erwähnung gefunden hat: das Verhalten der Bedienung im Gefecht.

Es läßt ſich nicht annehmen, daß dieſe Angelegenheit überſehen worden iſt; es müſſen alſo wohl grundſätzliche Bedenken gegen die Aufnahme diesbezüglicher Vorſchriften Geltung erlangt haben.

Mag die Sachlage nun ſein, welche ſie wolle, die Angelegenheit iſt wichtig genug, um nicht auf immer für erledigt zu gelten.

Es läßt ſich nun allerdings nicht verkennen, daß der gegenwärtige Zeitpunkt der denkbar ſchlechteſt gewählte iſt, um einen auf die Ausbildung am Geſchütz bezüglichen Wunſch zur Sprache zu bringen.

Wenn ſich der Verfaſſer dennoch hierzu entſchloß, ſo war ſein Beweggrund nicht die Hoffnung auf baldige Annahme ſeiner Vorſchläge, ſondern lediglich das Beſtreben, eine Angelegenheit vor

weiteren Kreisen zur Sprache zu bringen, die für den Ernstfall von großer Bedeutung ist, vielleicht aber die ihr gebührende Berücksichtigung noch nicht völlig gefunden hat.

Zur Sache übergehend sei Folgendes bemerkt:

Wenn das gegen eine diesseitige Geschützaufstellung gerichtete feindliche Feuer nicht gänzlich unwirksam ist, so liegt es auf der Hand, daß die Bedienungen unserer Geschütze sich in anderer Weise wie z. B. beim Prüfungsschießen während der Schießübung verhalten müssen.

Ueber die Nothwendigkeit von Maßregeln zum Schutz der Mannschaft herrscht auch allgemeine Uebereinstimmung. Derartige Maßregeln sind auch in den Belagerungen des Feldzuges 1870/71 zur Anwendung gekommen und z. B. in der Geschichte der Belagerung von Belfort, als von dem Kommandeur der Belagerungs-Artillerie angeordnet, aufgeführt. (Castenholz, Theil III, S. 225).

Die Meinungen gehen aber — abgesehen von den Einzelheiten — darüber auseinander, ob es nöthig bezw. zweckmäßig sei, die Mannschaft schon im Frieden zur Deckung gegen das feindliche Feuer anzuleiten.

Dem Vorschlage, dies zu thun, wird entgegengehalten, daß die nothwendigen Maßnahmen sich im Ernstfall von selbst und zwar den Umständen entsprechend entwickeln würden, wie es auch durch die Erfahrung bestätigt sei; daß man ferner die Leute vorzeitig ängstlich mache, wenn man sie schon im Frieden dazu ausbilde, Schutz vor dem feindlichen Feuer zu suchen; der Selbsterhaltungstrieb sei in jedem Menschen mehr als ausreichend vorhanden und brauche nicht erst förmlich ausgebildet zu werden; übrigens enthalte auch die „Vorschrift für den Dienst der Fuß-Artillerie in und vor Festungen“ einen Hinweis auf die zur Schonung der Mannschaft erforderlichen Maßregeln, der für den Ernstfall völlig genüge.

Diese Einwürfe kann der Verfasser nicht für entscheidend halten, und zwar aus nachstehenden Betrachtungen:

Wenn man bei der Friedensausbildung Alles ausscheiden wollte, was sich im Kriege in demselben Maße wie die Benutzung der Deckungen von selbst findet, so würden unsere Vorschriften ganz erheblich zusammenschrumpfen.

Wenn nun auch in keiner Beziehung eine so gute natürliche Grundlage vorhanden ist, wie für die auf Selbsterhaltung ge-

richteten Bestrebungen, so wird es sich doch auch hier darum handeln, die natürlichen Anlagen in die richtigen Wege zu leiten. Es sei in dieser Beziehung nur auf die anderen Waffen verwiesen; bei jedem Manöver wird der größte Werth auf Ausnutzung des Terrains gelegt, was doch nichts Anderes heißt, als Schutz vor dem feindlichen Feuer suchen; die Marine hat ein Kommando, auf welches die Bedienungsmannschaften der Deckgeschütze sich zu Boden werfen, um sich dem feindlichen Gewehrfeuer zu entziehen; wie sorgfältig wird ferner der Infanterist für das zerstreute Gefecht in der Ausnutzung von Deckungen unterwiesen, ein Beweis, daß der natürliche Selbsterhaltungstrieb doch noch der Ausbildung bedarf.

Allerdings haben sich im letzten Kriege die zur Schonung der Leute erforderlichen Maßnahmen unter dem Zwang der Verhältnisse selbst entwickelt, aber wer kann angeben, welche Nachtheile und Verluste hieraus entstanden sind.

Es ist ja überhaupt Aufgabe der Friedensausbildung, die Truppe auf den Krieg vorzubereiten; in je weiterem Umfang dies geschieht, um so weniger wird die Truppe im Gefecht noch zu lernen haben, um so kriegstüchtiger ist sie.

Wenn man auch niemals dahin gelangen kann, die Truppen für alle Anforderungen des Ernstfalles auszubilden, so schließt dies doch keineswegs aus, darin so weit als möglich zu gehen.

Die Möglichkeit aber, die Kriegsvorbereitung unserer Leute auch auf ihr Verhalten im feindlichen Feuer auszudehnen, ist vorhanden; die Sache selbst erscheint auch nicht von so untergeordneter Bedeutung, daß sie ohne Nachtheil dem Zufall überlassen bleiben kann, zumal, wenn man berücksichtigt, daß einmal die Festungsschlacht fast so viel Wochen dauert, wie die Feldschlacht Stunden, daß ferner aber die Feuerwirkung gegen den letzten Feldzug sowohl durch erhöhte Schießfertigkeit, wie durch erhöhte Leistungsfähigkeit der Geschütze (Wurffeuer) eine bedeutende Steigerung erfahren hat.

Was den Einwurf anbelangt, daß die Leute durch die vorgeschlagene Ausbildung ängstlich gemacht würden, so genügt zur Entkräftung der Hinweis auf die Ausbildung des einzelnen Schützen.

Eher wäre es zu erwarten, daß der Mann ängstlich oder wenigstens stutzig wird, wenn er völlig unvorbereitet ins Feuer

kommt und nun zu allerlei Schutzmaßregeln angehalten wird, von denen in seiner ganzen Friedensausbildung nie die Rede war.

Was nun den Hinweis in der „Vorschrift für den Dienst der Fuß-Artillerie in und vor Festungen" anbelangt, so kann er nicht für ausreichend gehalten werden.

Der Wortlaut ist (Seite 10) folgender:

„Um die Verluste zu verringern, dürfen nie mehr Geschütze und Bedienungsmannschaften in Thätigkeit sein, als für die befohlene Schnelligkeit des Feuers erforderlich ist.

Bei langsamerem Feuer kann daher den Bedienungen einiger Geschütze gestattet werden, in den Unterständen zu ruhen, wann nach einiger Zeit zu wechseln ist.

Nr. 4 darf den Unterstand erst betreten, nachdem er den Kartuschtornister abgelegt hat."

Vorstehend ist also eigentlich nur vorgeschrieben, daß überhaupt Schutzmaßregeln anzuordnen sind; in welcher Weise dies zu geschehen hat, ist aber — soweit es sich um die Hauptsache: die Zahl der sich in Thätigkeit befindenden Leute, handelt — völlig freigestellt.

Es läßt sich allerdings nicht verkennen, daß eine allgemein gültige Vorschrift hierfür nicht gegeben werden kann, daß vielmehr die Anordnungen von den obwaltenden Umständen abhängen müssen; was der Verfasser aber für nöthig hält, das ist ein Anhalt für die zu treffenden Anordnungen, der gleichzeitig mit dazu dienen würde, die Leute einzuüben.

Wir haben noch eine große Zahl von Offizieren mit reichen Erfahrungen in Bezug auf vorliegenden Gegenstand; man sollte meinen, daß sich durch Verwerthung dieser Erfahrungen auch mehr erreichen ließe, als ein bloßer „Anhalt".

Um nun mit einem bestimmten Vorschlage hervorzutreten, wird beantragt, in das Geschütz-Exerzir-Reglement folgenden Paragraphen aufzunehmen:

§ 37.

Gefechtsmäßige Bedienung.

Nachdem die Mannschaft in der Besetzung und Bedienung einer Batterie gründlich ausgebildet ist, wird sie in der gefechtsmäßigen Bedienung unterwiesen.

Die gefechtsmäßige Bedienung soll so erfolgen, wie es mit Rücksicht auf Schonung der Mannschaften im feindlichen Feuer zu geschehen hat.

Alle Verrichtungen werden hierbei in derselben Weise und mit derselben Genauigkeit ausgeführt, wie bei der gewöhnlichen Bedienung, jedoch wird der Kartuschtornister mit dem Riemen an einen links vom Geschütz in die Brustwehr geschlagenen Pfahl gehängt.

Die Bedienung erfolgt in nachstehender Weise:

Nachdem das Geschoß eingesetzt ist, stellt sich Nr. 5 dicht an die Brustwehr in die Vertiefung vor dem Geschoßraum.

Beim Richten mit Quadrant und Skala begiebt sich Nr. 2, sobald die Seitenrichtung genommen ist, in den Hohlraum. Nachdem die Hemmkeile gelegt sind, folgen Nr. 3 und 4; Nr. 1 und der Geschützkommandeur, sobald die Höhenrichtung genommen ist. Zum Abfeuern tritt nur Nr. 1 heraus.

Wird nach dem Untertreten eine andere Erhöhung befohlen, so treten nur der Geschützkommandeur und Nr. 1 heraus, wird eine andere Seitenrichtung befohlen, so treten auch die Nummern 2, 3 und 4 heraus.

Erfolgt während der Bedienung vom Batteriekommandeur der Zuruf „Weggetreten", so begeben sich die vorher bezeichneten Mannschaften unverzüglich in den Hohlraum, Nr. 5 an den Geschoßraum.

Ein ladefertig gemachtes Geschoß wird dabei von Nr. 5 auf die Bettung gesetzt, ein sich in der Ladebüchse ꝛc. befindendes erst angesetzt.

Die Zugkommandeure treten mit den zuletzt fertig werdenden Mannschaften ihrer Züge fort; die Wahl des Aufstellungsortes bleibt ihnen überlassen, jedoch müssen sie immer die Kommandos des Batteriekommandeurs verstehen können.

Auf das Kommando „Geladen" treten die Mannschaften ans Geschütz und setzen die Bedienung fort.

Beim Richten mit dem Aufsatz wird entsprechend dem Vorstehenden verfahren; in Fällen, in denen eine gesteigerte Feuergeschwindigkeit nothwendig wird, begeben sich die Mannschaften jedoch nicht in den Hohlraum, sondern treten dicht an die Brustwehr.

Ueber den Inhalt des vorgeſchlagenen Zuſatzes möchte der Verfaſſer ſich noch einige Bemerkungen erlauben.

Eine Beeinträchtigung der Feuergeſchwindigkeit ſteht nicht zu befürchten, da nur die Leute wegtreten, die mit ihren Verrichtungen fertig ſind.

Der Zuruf „Weggetreten“ iſt nur dem Batteriekommandeur anheimgeſtellt, weil allein er in der Lage iſt, die Nothwendigkeit deſſelben zu beurtheilen. Der Batteriekommandeur beobachtet alſo auch das feindliche Feuer oder läßt es beobachten und giebt hiernach ſeinen Zuruf.

Wenn die eigene Geſchützaufſtellung durch das feindliche Feuer gar nicht oder doch nur in ſehr geringem Maße gefährdet wird, ſo wird man davon abſehen können, daß die Leute ſtets in Deckung treten, wie dies für lebhaftes Feuer nothwendig iſt. In Bezug auf Nichtbenutzung der Deckungen werden wohl Anordnungen nur ausnahmsweiſe nothwendig ſein. — Inwieweit der vorgeſchlagene Zuſatz zum Reglement dem beabſichtigten Zweck entſpricht, ſei dahingeſtellt. Es handelt ſich zunächſt auch weniger um die Frage, ob der vorgeſchlagene Paragraph allen Anforderungen genügt, als vielmehr darum, daß das Bedürfniß nach einem derartigen Zuſatz anerkannt wird; iſt dies der Fall, ſo werden ſich auch Mittel und Wege finden, den Wortlaut feſtzuſtellen. S.

XIX.

Erinnerung an eine große italieniſche Belagerungsübung (gegen Aleſſandria 1880).

Aleſſandria liegt im Mittelpunkte des Dreiecks Turin—Mailand—Genua, am Tanaro, unfern deſſen Mündung in den Po, wichtig als Flußübergang und Straßenknoten, und in dieſer Eigenſchaft 1178 von den Cremoneſern und Mailändern als Stützpunkt der Landesvertheidigung gegen Friedrich Barbaroſſa erbaut. Der Platz wurde damals Cäſarea genannt; ſeinen jetzigen Namen erhielt er zu Ehren Papſt Alexanders III., der ein Bisthum hierher verlegte. Die Stadt hat jetzt über 30 000 Einwohner und iſt durch Handel und Verkehr belebt.

Die Umgegend iſt flach, theilweiſe ſumpfig, Ueberſchwemmungen ausgeſetzt, aber fruchtbar und ſehr gut angebaut.

Der Tanaro fließt im Allgemeinen von Weſtſüdweſt nach Oſtnordoſt, aber in ſtarken Serpentinen, wie bei dem flachen Gelände erklärlich iſt. Sein rechtsſeitiger Zufluß, die Bormida, hat eine ſo mäßige Konvergenz, daß 7,2 km oberhalb der Stadt die beiden Flüſſe nicht ganz 4 km Abſtand von einander haben, ihre Vereinigung aber erſt 5,5 km unterhalb der Stadt erfolgt (Winkel der Konvergenz gleich 24 Grad).

Zwiſchen beiden Flüſſen liegt die alte Provinzial-Straße, deren nächſter Hauptort (ſüdweſtlich von Aleſſandria) Acqui iſt, eine Eiſenbahn und der Karl-Albert-Schifffahrtskanal.

Faſt genau von Südoſt nach Nordweſt gerichtet und über 9 km geradlinig, kommt die Eiſenbahn von Genua herauf, die

sich nach vollzogenem Uferwechsel in die westliche nach Turin und die nördliche nach Mailand führende Bahn gabelt.

Zwischen den beiden bezeichneten Bahngabelungen (der südlichen oder rechtsuferigen Acqui – Genua und der nördlichen oder linksuferigen Turin — Mailand) liegen Bahn und Bahnhof innerhalb der Stadtumwallung.

Alessandria ist als Festung gegründet, und da der Platz strategisch gut gewählt war, hat er wiederholt Gelegenheit gehabt, seiner Bestimmung zu dienen. 1522 eroberte ihn Francesco Sforza, der Herzog von Mailand; 1657 widerstand er einer französischen Belagerung; 1707 fiel er nach hartnäckiger Vertheidigung in Prinz Eugen's Hände. Dann von Kaiser Josef I. den Herzögen von Savoyen überlassen, wurde er 1796 französisch und die Hauptstadt des Departements Marengo.

In diese Zeit des französischen Besitzes fällt ein umfangreicher Neubau, bei dem General Chasseloup mehrere seiner Verbesserungsideen des Bastionärsystems verwirklichen durfte. Das damals Geschaffene fiel aber — mit Ausnahme der Citadelle — 1814 der Schleifung durch die Oesterreicher zum Opfer. Nachdem der Platz dem Königreich Sardinien zugesprochen war, ist er wieder hergestellt und erweitert.

Die Stadtumwallung umgiebt die Stadt sehr lose und gestattet noch ansehnliche Ausdehnung. Die Kehle am Flusse mißt etwa 1600 km. 14 bastionirte Fronten bilden die anderen drei Seiten eines unregelmäßigen Vierecks.

Die Fronten (von oberstrom an links herum numerirt) 1 bis 4 sind gegen Südwest; 4 bis 9 gegen Südsüdost; 9 bis Bastion 15 gegen Nordost gewendet. Zur Stadtbefestigung gehören noch einige vorgeschobene Lünetten. Das linke Ufer behauptet die Citadelle, ein bastionirtes Sechseck mit einigen kleineren und einem größeren vorgeschobenen Werk. Alle Gräben sind bewässert. In neuerer Zeit ist im südlichen Halbkreise zwischen Tanaro und Bormida durch drei größere Forts, die aber nur 1400 bis 1500 m vor dem Hauptwalle liegen, ein verschanztes Lager gebildet worden. Diese Lagerschanzen haben die Namen: Fort von Acqui, Eisenbahn-Fort und Fort Bormida.

In Alessandria garnisoniren Truppentheile aller drei Waffen; es ist auch der Sitz von Bezirksbehörden (direzioni territoriali) der Artillerie und des Geniewesens.

Die Belagerungsübung im August 1880 war auf 18 bis 20 Tage bemessen. Die personellen Mittel betrugen:

	Angriff	Vertheidigung	Zusammen
Kompagnien Festungs-Artillerie	9	6	15
Batterien Feld-Artillerie . .	2	1	3
Train (zur Artillerie gehörig) Kompagnien	—	—	1
Kompagnien Pioniere . . .	7	3	10
Bataillone Infanterie. . . .	6	3	9
Eskadrons Guiden	1	1	2

Wie bei derartigen Uebungen so häufig, entschieden ökonomische Rücksichten die Wahl der Angriffsfront und den Umfang der Angriffsarbeiten, und danach mußte eine Kriegslage ausgedacht und eine Generalidee aufgestellt werden, die jene Wahl plausibel machte.

Demgemäß bildeten das Angriffsobjekt die ersten beiden der oben genannten vier Lagerforts: das Fort Acqui, zwischen dem Karl-Albert-Kanal und der Eisenbahn von Acqui, und das Eisenbahn-Fort (Forte Ferrovia) an der Genueser Bahn. Genau im Rentrant, dessen westlichen (rechten) Schenkel der Kanal, und dessen östlichen (linken) Schenkel die Genueser Bahn bildet, liegt Bastion 4, der südlichste Punkt der Stadtumwallung.

Die gebotene Beschränkung an Zeit, Truppen und Uebungsgeldern nöthigte zu starken Abkürzungen und vielen Suppositionen. Es sollten demgemäß nur die Arbeiten gegen die Stadtumwallung von der zweiten Parallele an bis zum Couronnement und Grabenübergange geübt werden. Die Forts supponirte man durch vorgängige Beschießung lahm gelegt und dann gestürmt.

Daß die vorhandenen Lagerforts ihres geringen Abstandes wegen den modernen Ansprüchen nicht genügen, sollte nicht unberücksichtigt bleiben. Dem Armirungsentwurfe lag daher die Idee der Schaffung eines neuen Gürtels zu Grunde, der an der Grenze des Feuerbereichs der vorhandenen Forts, also bis zu 1400 m vor denselben, hergestellt werden sollte. Die Elemente desselben sollten einzelne Geschützemplacements, Schützengräben und Deckungsgräben für die Unterstützungstrupps bilden. Die ersteren sollten mit den Ausfallgeschützen des Platzes armirt, resp. von der Feld-Artillerie der zu Offensivstößen bestimmten mobilen

oder aktiven Division besetzt werden, die das verschanzte Lager einnahm.

Eine zweite Vertheidigungslinie aus denselben passager-provisorischen Elementen sollte die weiten Zwischenräume der Lagerforts schließen. Außerdem aber sollte ein größeres Werk „Redoute Tanaro" in die zu bedeutende Lücke zwischen dem Fluß und Fort Acqui eingeschaltet werden. Die Lagerfronten messen demnach:

Tanaro-Ufer bis Redoute Tanaro . .	864 m
Redoute Tanaro bis Fort Acqui . .	1656 m
Fort Acqui bis Eisenbahn-Fort . .	1944 m
Eisenbahn-Fort bis Fort Bormida .	2520 m

Außer den vorbezeichneten Neuanlagen war der Entwurf und die theilweise Ausführung fortifikatorischer Armirung der permanenten Werke Gegenstand der Uebung. Es handelte sich dabei um die bekannten modernen Elemente: Traversen, Unterstände, Munitions- und Geschoßräume, Ladestellen u. s. w.

Wir entnehmen dem italienischen Artillerie- und Ingenieur-Journal (Giornale de Artigleria e Genio; Januar-Heft pro 1881) einige bautechnische Details.

Geschützemplacements. 0,50 m unter Terrain versenkt; die Ausschachtung zu einer 0,50 m hohen Glacisbrustwehr gebildet. Die Sohle des Standes 3 m lang; 3,60 m breit; die Vorderecken mit 0,50 m abgestumpft. Das Revers rampenartig in 6/1 Anlage. In den Abstumpfungen und den Flanken vier kleine Munitionsnischen in dem gewachsenen Boden ausgehöhlt. Bedienungs-Schutzgräben, von den Abstumpfungen angefangen längs den Flanken, je 1,5 m lang, 1 m tief, 0,30 m sohlenbreit.

Ein Stand für zwei Geschütze beginnt mit gemeinschaftlicher Rampe am Revers, gabelt sich dann aber unter einem Winkel von 35 Grad. Der Keil zwischen beiden Ständen ist analog der Brustwehr auf 0,50 m über Terrain aufgefüllt. Längs der Front dagegen sind beide Stände durch einen bogenförmigen Bedienungsgraben von 1 m Tiefe (unter Geschützstandsohle; also 1,50 m unter Terrain) und 2 m Sohlenbreite verbunden.

Statt unseres, dem Französischen nachgebildeten schwerfälligen Ausdrucks „Geschützemplacement", gebrauchen die Italiener das kurze, aber freilich auch unbestimmte Wort „Riparo" (Mehrzahl „ripari"), was mit Wehr wiederzugeben wäre.

Die Protzendeckungen (Ripari per cassoni) sind Gräben von 1 m Tiefe und 2,5 m Sohlenbreite; an den Stirnen Zufahrtsrampen von 4/1 Steigung; der ausgegrabene Boden zu 1,5 m hohem Deckungswall ausgebildet.

Der Schützengraben (Trincea per fucileria) hat zwischen Sohle und Feuerlinie den Höhenunterschied von 2,2 m. Die Bermenseite ist in Graben und Anschüttung so mit Stufen versehen, daß frontales offensives Vorgehen leicht stattfinden kann. Die Krone ist von Mann zu Mann mit Bonnets und Zinnenscharten versehen.

Der Deckungsgraben für die Unterstützungstrupps (Trincea-ricovero per truppe di sostegno) ist 1,5 m tief, hat 0,50 m über der 0,50 m breiten Sohle in jeder Böschung eine 0,30 m breite Sitzstufe und ist in den Böschungen möglichst steil gehalten, so daß die obere Breite nur 1,50 m beträgt. Der Deckungsdamm feindwärts hat 0,50 m Höhe. Der Höhenunterschied zwischen Sohle und Crête beträgt demnach 2 m, und es erscheinen dadurch auch die auf der Reversstufe Sitzenden bis zu 20 Grad Einfallwinkel gedeckt. Ein in der Zeichnung markirtes kleines Dämmchen von 0,30 m Höhe und Dicke längs der Reverskante des Grabens kann wohl nur die Bedeutung des Schutzes gegen Sprengstücke zu weit gegangener Granaten haben.

Etwa von 3 zu 3 m ist der Graben auf 1 m Länge unterbrochen (der gewachsene Boden stehen gelassen), während Vorder- und Hinterdeckungsdamm ununterbrochen durchlaufen. Wahrscheinlich sollen die stehen gelassenen Bodenkeile als Traversen gegen bestreichende oder Schrägschüsse dienen. Einzelne dieser Plattformen sind 2 m breit, die Deckung vor ihnen ist in einem konvexen Bogen ausgebuchtet und der Zugang von der Bermensitzstufe aus durch zwei eingeschnittene Stufen vermittelt. Durch diese Anordnung ist die rein passive Deckung mit einem defensiblen Elemente versehen. Außerdem bilden die in Rede stehenden Partien Observatorien und eintretendenfalls die Ausgänge nach dem Feinde hin.

Traversen in den permanenten Werken.

Wir übergehen die gewöhnlichen vollen Erdtraversen und schildern nur einige zur Ausführung gekommene mit Hohlräumen in Verbindung gebrachte.

Traverſe mit bedecktem Durchgange (Traversa con passagio coperto). Die Feuerlinie des Werks liegt 2,5 m über dem Wallgange. Das Planum des Traverſenſtandes iſt 0,80 m unter den Wallgang verſenkt. Die Traverſe iſt im Grundriß ungefähr ein Quadrat von 6 m Seite; an allen drei freien Seiten umgiebt ſie der, wie erwähnt, um 0,80 m unter den Wallgang verſenkte Stand in Form eines meterbreiten Umganges. Gegen den Wallgang iſt dieſer Umgang (zugleich Sicherheitsſtand für die Mannſchaft) mit „Schirmen gegen Sprengſtücke" abgegrenzt. Die Traverſenwände ſind durch zwei Reihen Schanzkörbe mit Faſchinenkrönung 2 m hoch ſteil, darüber flüßig gebüſchte Erdſchüttung bis 1 m über Feuerlinie.

Der Durchgang, von Körben eingefaßt und mit Faſchinen überdeckt, iſt 0,70 m breit und liegt dicht an der inneren Bruſtwehrböſchung.

Von dem Gange aus iſt eine kleine Niſche für einige Kartuſchen ꝛc. in die Bruſtwehr gearbeitet (piccola riservetta anteriore); ein etwas größeres Reſervoir (durch im Sechseck geſtellte Körbe gebildet) liegt in der Traverſenendſtirn (riservetta posteriore).

Die „Sprengſtückſchirme" ſind ein neues fortifikatoriſches Element, das noch in keinem Lexikon ſteht; die Franzoſen nennen ſie „pare-éclats"; die Italiener haben dafür das neue Wort parascheggia — in der Mehrheit paraschegge — gebildet. Die in Aleſſandria zur Ausführung gebrachten beſtanden theils (analog der alten Sappe) aus einer Korbreihe mit drei Krönungsfaſchinen, theils aus Hurdenwandungen mit Bodenfüllung und Faſchinenabſchluß.

Die geſchilderte Traverſe mit ihrer zwei Körbe hohen Steilwand, dem Durch- und Umgange, dem Reſervoir in der Endſtirn und dem Sprengſtückſchirme ringsum mag ja wohl ſehr gut ausgeſehen haben; ihre Kriegstüchtigkeit will uns jedoch bedenklich erſcheinen. Für eine enfilirbare Linie wird dieſer Traverſentypus wohl nicht beſtimmt geweſen ſein. Dort wäre er wenigſtens nicht rathſam; denn bei engſtmöglicher Stellung kann der Horizontalabſtand zwiſchen der Kronenkante der vorderen und der Krönungsfaſchine der nächſt dahinter liegenden Traverſen nicht unter 10 m betragen, bei 2 m Höhenunterſchied zwiſchen beiden; der verletzbare Unterbau wäre demnach unter 10/2 Steigung oder mit nur

12 Grad Einfallwinkel erreichbar. Unter allen Umständen sehr wenig stabil erscheinen die beschriebenen Sprengstückschirme.

Ein zweiter Traversentypus trägt dem Umstande der Enfilirbarkeit Rechnung, indem die gefährdete Seite durchaus in Erde ausgeführt ist. Den Durchgang ersetzt hier ein bis zur halben Dicke geführter Unterstand. Die Traverse hat außerdem gleich der erstbeschriebenen ein Endstirnreservoir, aber keinen ringsumlaufenden versenkten Umgang, vielmehr nur vor den Eingängen der beiden Hohlräume diamantartige Vorplätze mit Stufen und vor der Endstirn einen nur 4 m langen Sprengstückschirm.

Geschoßräume und Geschoßladestellen (ricoveri per il confezionamento delle munizioni) sind im Revers des Wallganges eingebaut und in Zimmerung hergestellt. Sie sind so placirt, daß sie einer Traverse auf dem Walle entsprechen. Diese enthält außer dem bei dem ersten Modelle beschriebenen Durchgange eine tiefe Nische in der Traversenlängsachse nach rückwärts. Zwischen dieser Nische und dem Munitionsbehälter ist ein Aufzug (piano elevatore) angeordnet. Derselbe besteht aus einer unter 40 Grad geneigten quadratischen Bohlenröhre von 0,50 m im Lichten und einem auf vier Blockrädchen laufenden Kasten (Hunde), in den die Geschosse gelegt werden. Das Aufziehen erfolgt mittelst Leine, die sich um eine Kurbelwelle wickelt. Die Anordnung ist einfach und zweckmäßig.

Halbeingegrabene Infanterie-Unterstände (Ricoveri semi-interrati per fanteria) am Reversfuß des Wallganges, theils als Blindagen von dreieckigem Querschnitt (Tipo a sezione triangolare), theils blockhausartig abgebunden (Tipo a sezione rettangolare) bieten nichts Eigenartiges. Die zweite Form hat nur an der inneren Längs- und den beiden Stirnen volle Wandbekleidung; die andere Langseite ist offen, um Ein- und Austritt zu erleichtern; parallel zu ihr ist ein Sprengstückschirm aus Körben angeordnet.

Literatur.

28.

Ueberſichtskarte von Central-Europa im Maßſtabe von 1 : 750 000. Herausgegeben vom k. k. militär-geographiſchen Inſtitute in Wien. 45 Blätter à 2 Mark; für Subſcribenten bis zum 1. April 1884 à 1,80 Mark. General-Depot des ꝛc. Inſtituts: R. Lechner's k. k. Hof- und Univerſitäts-Buchhandlung.

Die vorſtehend bezeichnete Unternehmung iſt durch die Firma des Herausgebers von vornherein aufs Beſte empfohlen; was davon bereits erſchienen iſt, entſpricht aufs Vollkommenſte dem günſtigen Vorurtheile. Das Werk begann vor einem Jahre zu erſcheinen und war urſprünglich nur auf die öſterreichiſch-ungariſche Monarchie berechnet. Eine Aeußerung des General-Quartiermeiſters Graf Walderſee: „Es wäre zu bedauern, wenn dieſe Karte nur in den urſprünglich geplanten Grenzen ausgeführt und von einer Ausdehnung derſelben auf ganz Deutſchland Abſtand genommen würde“ — hat die Direktion des ꝛc. Inſtituts veranlaßt, ſtatt, wie beabſichtigt war, 30 Blätter, deren 45 erſcheinen zu laſſen. Die Karte wird nunmehr das Land von der Rhone bis Odeſſa und Konſtantinopel und von den Nordſpitzen des preußiſchen Staates, Apenrade und Memel, bis zur Inſel Corfù zur Darſtellung bringen.

13 Blätter ſind bereits erſchienen; ſie ſchließen lückenlos aneinander und bringen das nordöſtliche Viertel des ins Auge ge-

faßten Gebietes; jene große Konkave des glücklicherweise treu vereinten Oesterreich-Deutschland: Ostpreußen, Schlesien und Posen, Mähren, Ungarn, Galizien und Siebenbürgen — nebst dem, was sie einschließt, von Mogilews bis zur Donaumündung.

Abgesehen vom militär-geographischen Interesse, gewähren diese 13 Blätter die vielseitigsten Proben der kartographischen Behandlung. Diese ist wohlüberlegt, aufs Feinste abgestimmt und künstlerisch vollendet ausgeführt.

Der Maßstab 1 : 750 000 ist groß genug für eine Uebersichtskarte, denn er giebt den Kilometer durch $^4/_3$ mm, er ist aber doch so klein, daß er Enthaltsamkeit auferlegt. Durch geschickt gewählte, gut unterschiedene Signaturen und namentlich durch die Farbenwahl ist man der Kleinheit des Maßstabes trefflich zu Hülfe gekommen. So sind z. B. die Eisenbahnen als die wichtigsten Verkehrswege durch schwarze Striche von so gut gewählter Stärke bezeichnet, daß man ihren Verlauf bei der größten Sehweite des Auges sofort erkennt, ohne daß dabei das Einschreiben der Ortsnamen zu leiden hätte. Bei näherer Betrachtung ergiebt sich dann, ob die Eisenbahn normal ein- oder zweigeleisig, oder schmalspurig, ihre Viadukte und Tunnel.

Die nächstwichtigen Straßen von mindestens 2,5 m Breite sind in feiner Doppellinie und in so diskretem Roth gegeben, daß sie sich herausheben, ohne zu schreien.

Geringere Fahrwege sind dann ausgezogen, Saumwege punktirt wieder in Schwarz dargestellt.

Auf diese Weise ist die Gradation der Wegbarkeit eines Landstriches diskret aber überaus deutlich zur Anschauung gebracht.

Für Alles, was mit dem Wasser zusammenhängt, auch Reisfelder und Gletscher, sowie die Horizontalen gleicher Meerestiefen (die Isobathen von 5 und 10 m) ist Blau gewählt. Das orographische Element ist in brauner Schraffirung zum Ausdruck gebracht, und zwar in so fein und dicht gestellten Linien, daß in einiger Entfernung der Eindruck der des Getuschten ist und Thäler, Hänge, Rücken, Sättel u. s. w. überaus plastisch herauskommen. Ein Muster in dieser Beziehung ist Blatt E. 3, die Gegend von Klausenburg und das siebenbürgisch-rumänische Grenzgebiet darstellend.

Das für hydrographische Objekte gewählte Blau ist auch für die bezüglichen Namen verwendet, was angänglich war, da in der Nachbarschaft von Gewässern es an weißem Papiergrunde nicht zu fehlen pflegt, von dem das milde Blau sich genügend abhebt; dagegen wäre es für die Deutlichkeit bedenklich gewesen, das orographische Braun zur Schrift zu verwenden. Die Gebirgs-Nomenklatur ist deshalb schwarz gedruckt, aber durch Rundschrift von den Ortsnamen leicht kennbar gesondert.

Das einzelne Blatt ist 33 cm hoch und 38,8 cm breit. Dieses Format kann umsomehr noch für handlich gelten, als bei der Dicke und Dichtigkeit des gewählten Papiers das Blatt, frei in der Hand gehalten, steif bleibt.

Das Unternehmen hat bei seinem Eintritt in die Oeffentlichkeit sofort Anerkennung und Theilnahme gefunden; zunächst begreiflicherweise, seinem ursprünglich beschränkteren Programm entsprechend, vorzugsweise in Oesterreich-Ungarn. Nunmehr wendet es sich an die Freunde im Reich und verdient den freundlichsten Empfang.

Die Ausgabe von im Ganzen 81 Mark ist für den einzelnen Offizier — wenigstens wahrscheinlich für die Mehrzahl — keine unerhebliche; sie vertheilt sich jedoch mindestens auf ein Jahr; die koulante Verlagshandlung wird auf jede mögliche Bequemlichkeit in Bezug auf den Zahlungsmodus eingehen. Im Verhältniß zu dem Dargebotenen, das inhaltlich wie formell auf der Höhe der Zeit steht und dem nicht entfernt eine andere Publikation Konkurrenz macht, ist der Subscriptionspreis von 1,80 Mark für 0,13 Quadratmeter eines derartigen Originalwerkes sehr niedrig bemessen.

So gern und aus selbst gewonnener Ueberzeugung wir das Werk gelobt und empfohlen haben, so haben wir doch eine Ausstellung zu machen und verschweigen sie nicht, weil sich sehr gut noch abhelfen läßt.

Die Ausstellung betrifft die Schreibweise der Namen. Nicht weniger als neun Sprachen kommen auf der ganzen Karte zusammen; vielfach mehrere derselben auf demselben Blatte: Deutsch, Magyarisch, Italienisch, Rumänisch, Türkisch und das Slavische in den Idiomen des Russischen, Polnischen, Böhmischen und

Südſlaviſchen. Weder das türkiſche noch das kyrilliſche Alphabet iſt angewendet, vielmehr das Lateiniſche, dieſes jedoch in jener Erweiterung, die in Oeſterreich geſetzlich und daher wahrſcheinlich auch allen Deutſch-Oeſterreichern bekannt und geläufig iſt, nicht aber uns Deutſchen im Reich.

Wie leſen wir z. B. Kčin (in Böhmen), Szamos Ujvás (in Ungarn), Botoşani (in Rumänien), Siełokołki (in Polen), Lowča (in Bulgarien), Medžidie (in der Dobrudſcha) u. ſ. w.?

Die guten deutſchen Druckereien beſitzen zwar jetzt bereits die öſterreichiſch-ſlaviſchen Lautzeichen (mit denen ſich auch die ruſſiſchen und türkiſchen Sprachklänge faſt genau wiedergeben laſſen), aber ein großer Theil der deutſchen Leſer verſteht ſie noch nicht, weil unſere politiſchen Zeitungen ſich noch nicht darauf eingelaſſen haben und kein Bedenken tragen, durch Wiedergabe in deutſcher Schrift und unter Weglaſſung der charakteriſtiſchen Zuthaten die fremden Namen zu verſtümmeln. Machen nun auf unſerer Karte die mit ſolchen Zuthaten verſehenen bekannten lateiniſchen Buchſtaben den Leſer wenigſtens aufmerkſam und erregen in ihm den Verdacht, daß damit wohl ein anderer Sprachlaut gemeint ſein möge, ſo iſt er noch übler berathen, wenn er einem ſolchen Bekannten ohne Zuthat begegnet, der gleichwohl in der betreffenden Sprache einen anderen Laut bezeichnet als im Deutſchen. Daß die Polen durch z das weiche s bezeichnen, iſt nicht viel anders, als daß das ruſſiſche R dem lateiniſchen P gleicht. In Polen iſt sz gleich ſch, in Ungarn iſt es das weiche ſ; in Polen iſt das einfache s immer unſer ſcharfes oder Doppel-S, in Ungarn iſt es gleich ſch, ż in Polen und ž im ſlaviſchen Oeſterreich ſind derſelbe Laut, nämlich das franzöſiſche j u. ſ. w.

Dergleichen Schwierigkeiten und Unverſtändlichkeiten begegnen dem Leſer auf jedem Blatt außerdeutſchen Landes, am meiſten in Landſtrichen gemiſchter Nationalität, wie in Böhmen, Polen, Ungarn und Siebenbürgen.

Wir ſind weit entfernt, den Herausgebern der Ueberſichtskarte zumuthen zu wollen, ſie möchten auf ihren Lautzeichenſchatz verzichten und alle Namen ſo ſchreiben, daß der nur deutſch Leſende ſie leidlich richtig wiedergeben könne. Dies würde erſtens nicht überall gelingen, es iſt zweitens für den öſterreichiſchen

Herausgeber unannehmbar, deſſen ſlaviſche und magyariſche Mitbürger es ihm gewaltig übel nehmen würden, und es iſt drittens nicht mehr möglich, da der größte Theil der betreffenden Blätter fertig iſt.

Gleichwohl ſcheint uns Abhilfe des beſprochenen Uebelſtandes der Unlesbarkeit für den Deutſchen im Reich geboten, denn eine Karte ſoll doch eben geleſen werden.

Wir finden die Abhilfe in einer Erweiterung der „Zeichenerklärung", die auf einem beſonderen Blatte den Subſcribenten als Gratis-Zulage verabfolgt wird. Die letzte Abtheilung dieſes Blattes: „Abkürzungen und Erklärungen einiger in fremden Sprachen vorkommenden Bennungen" ſcheint uns der richtige Ort; „ſowie Wiedergabe der fremden Sprachklänge in deutſchen Lautzeichen" möchten wir den Titel dieſer Abtheilung ergänzt haben. Da wären denn das böhmiſche ř, š, č, š u. ſ. w., das polniſche z, ł, ą, ń u. ſ. w., das magyariſche s, sz, cs, á u. ſ. w., u. ſ. w. zu erklären.

Durch dieſe Belehrung würden ſich die Herausgeber den Dank — nicht nur der Kartenleſer, ſondern aller deutſchen Leſer öſterreichiſcher Militär-Schriftſteller verdienen, die über Bosnien und andere ſlaviſche, oder über magyariſche, böhmiſche, polniſche, rumäniſche Oertlichkeiten geſchrieben haben und — wer weiß wie bald — zu ſchreiben haben werden. Im Oſten ſchläft viel künftige Weltgeſchichte dem Geborenwerden entgegen.

Die trefflichen Karten des militär-geographiſchen Inſtituts machen uns einſtweilen mit dem Schauplatz bekannt; mögen ſie uns auch die Namen der Oertlichkeiten richtig leſen lehren.

S.

29.

Freiherr Ludwig von und zu der Tann-Rathsamhausen. Von Hauptmann Zernin. Darmstadt und Leipzig 1884. E. Zernin.

Der bekannte Redakteur der Allgemeinen Militär-Zeitung hat die in der Ueberschrift bezeichnete biographische Skizze eines der volksthümlichsten deutschen Helden unserer Zeit zuerst in der Münchener militärischen Gesellschaft vorgetragen und später in seiner Zeitung zum Abdruck gebracht. Durch Zusätze und Anmerkungen vermehrt, ist der Vortrag nunmehr als Broschüre erschienen und dadurch einem größeren Kreise zugänglich gemacht.

Man wird die mit geübter Feder und warmem Herzen leicht und fließend geschriebene Lebensskizze nur willkommen heißen können und ihr recht viele Leser wünschen.

Glück und Verdienst haben zusammengewirkt, um von der Tanns Leben zu einem so sonnenhellen zu machen, wie es wenigen Sterblichen beschieden ist. Sein erstes Glück war, daß er väterlicher- wie mütterlicherseits alten edlen Häusern angehörte. Sein Vater war aber nicht nur vornehm, sondern hochgebildet und leitete von der frühesten Jugend des Sohnes an die auf gründliches Wissen gerichtete Erziehung. Ein Glück war die freundschaftliche Beziehung des Vaters zu dem damaligen Kronprinzen, dem nachmaligen König Ludwig I. von Bayern, seinem Studiengenossen in Göttingen, die den Knaben zur weiteren Ausbildung in die Pagerie in München führte. Das Verhältniß der Väter erneuerte sich in gesteigertem Maße zwischen den Söhnen. Neunundzwanzig Jahre alt, nachdem er sieben Jahre der Artillerie und vier Jahre dem Generalstabe angehört hatte, wurde der Oberlieutenant von der Tann zum Adjutanten des Kronprinzen (seit 1848 König) Max ernannt und blieb von da ab bis zum Tode desselben dessen Günstling, Vertrauter und Freund. Wie er das Glück gehabt hatte, in einem edlen Hause und von würdigen Eltern das Leben zu erhalten, so hatte er das Glück, eine edle Lebensgefährtin zu gewinnen und ein glückliches Haus- und Familienleben zu gründen. Glück und Verdienst! Denn die günstigen Lebensbedingungen sind doch nur die Bausteine; das

Gebäude selbst aufzuführen, erfordert dann noch seltene Eigenschaften von Herz und Geist, die von der Tann in reichem Maße besessen hat.

Wie dem Menschen von der Tann, so ist es auch dem Soldaten ergangen: das Glück gab ihm die Gelegenheiten — sein Verdienst war es, diese Gelegenheiten so auszunutzen, daß sie zu Ruhm und Ehre führten: Studien, Reisen, Beobachtungen fremder Heere auf dem Manöverfelde und dann der Ernst des Krieges vom Freischaaren-Führer bis zum Korps-Kommandanten!

Als Freischaaren-Führer bei der Schleswig-Holsteinischen Erhebung von 1848 ist der Major von der Tann zuerst in Deutschland bekannt und volksbeliebt geworden. In Schleswig-Holstein erschien er im folgenden Jahre wieder, diesmal als Generalstabs-Chef der 1. Division der Bundestruppen. Das Land übersandte ihm als Zeichen des Dankes einen Ehrensäbel. In dem schwungvollen Begleitgedicht schließt die eine Strophe mit den Worten: „Wo die Feder will verderben, was die Klinge ließ erwerben . . .“ Nicht lange danach konnte man die beiden Reimworte im Plusquamperfektum auf die schleswig-holsteinische Sache anwenden, und um ihr noch ferner zu dienen, mußte von der Tann im Jahre 1850 aus der bayerischen Armee ausscheiden.

Nichts Anderes in von der Tanns Lebensgange macht ihn dem Deutschen so sympathisch, wie sein dreimaliges Eintreten für Schleswig-Holstein. Er entriß sich den angenehmsten persönlichen Verhältnissen, er mußte die Erlaubniß dazu seinem königlichen Freunde abringen, als es ihn drängte, für das sich selbst überlassene Land zum dritten Male das Schwert zu ziehen. Der Feldzug von 1850 war kurz und vergeblich. Von der Tann brachte jedenfalls die eine bedeutsame Erkenntniß heim, daß Freischaaren — und seien sie aus den intelligentesten, gebildetsten, opferwilligen, persönlich tapferen Elementen zusammengesetzt — gegen geschulte Soldaten nichts ausrichten!

Vierzehn Jahre später hatte von der Tann das Glück, als Augenzeuge, wenn auch nicht persönlich eingreifender, die Gegenprobe zu machen und deutsche Truppen für Schleswig-Holstein kämpfen zu sehen.

Im Auftrage König Ludwigs II. hatte er dessen Thronbesteigung in Berlin zu notificiren und wurde von König Wilhelm eingeladen, sich den Gang der Dinge in Schleswig anzusehen; er kam gerade zurecht zum Düppel-Sturme am 18. April 1864.

Von der Tanns Antheil an den Erfolgen in Frankreich ist noch frisch in Aller Gedächtniß.

Unter mehreren Auszügen aus vertrauten Briefen, in die Einsicht zu nehmen Hauptmann Zernin Erlaubniß gehabt hat, interessirt besonders einer, der uns das frische Wesen und den klaren Blick des zu hohen Ehren gelangten Mannes anschaulich macht. Zugleich sind diese Worte Rath und Warnung — wir wollen hoffen, daß sie nicht gar Prophezeiung sind.

Es empfiehlt sich, daß solche Worte eines bewährten Patrioten auf jede Weise, durch jedes öffentliche Organ Verbreitung erhalten.

Am 14. März 1871 schrieb von der Tann:

„X. forderte mich auf, beim Frieden dahin zu wirken, daß der Elsaß französisch bleibt. Wie konnten sich vernünftige Leute einbilden, daß wir auf solche Ideen eingehen könnten! Unser ganzer deutscher Neubau wäre zusammengebrochen, wenn wir demselben nicht durch den Kitt dieser gemeinsamen Erwerbung Festigkeit gegeben hätten. Ferner wäre der Gedanke zu kindisch gewesen, die Franzosen würden, durch Großmuth entwaffnet, ihre Prügel verzeihen und vergessen. Alles hätte das eitle Volk auf Rechnung unserer Furcht geschrieben. Die Rachedrohung ist in einer Beziehung ein Vortheil für unsere Einheit. Dieselbe verhindert vielleicht, daß wir nach gethaner Arbeit einschlafen und dann anfangen uns wieder zu zanken! . . ."

Von der Tann, der seinen Dienst bei der Artillerie begonnen, gehörte zuletzt, wenigstens nominell, der Waffe wieder an, indem er bei Gelegenheit seines fünfzigjährigen Militärdienst-Jubiläums (effektiv nach 45 Jahren) 1878 à la suite des 1. Artillerie-Regiments Prinz Luitpold gestellt wurde. Auch der preußischen Armee gehörte er von jenem Tage an als Chef des 2. Niederschlesischen Infanterie-Regiments Nr. 47.

Im Jahre 1880 feierte er noch den 25jährigen Gedenktag seiner Beförderung zum General.

Von der Tann hat sein 66. Lebensjahr nicht mehr vollendet. Nachdem er im Winter 1880—81 an rheumatischen und einem Herzleiden krank gewesen war, begab er sich zur Kräftigung nach Meran (Ober-Mais), wo er bald nach seiner Ankunft einem Herzschlage erlag.

Berichtigungen:

Nach eingezogenen Erkundigungen ist die Mittheilung auf Seite 476 (unter „Literatur" Nr. 27), wonach das Buch: „Ueber die Führung der Artillerie im Manöver und Gefecht", eine Hoffbauersche Arbeit sei, eine irrthümliche. —

Im 89. Band, Seite 544, Zeile 6 von oben soll es „hälfen" statt „hülfen" heißen.

3
A7
V.90
1883

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.